

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DENISE LATREILLE

ANÁLISE DA VALIDAÇÃO DE QUANTITATIVOS OBTIDOS DE UM MODELO BIM
DE ARQUITETURA PARA ATENDER A ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA DE
EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

CURITIBA

2018

DENISE LATREILLE

ANÁLISE DA VALIDAÇÃO DE QUANTITATIVOS OBTIDOS DE UM MODELO BIM
DE ARQUITETURA PARA ATENDER A ESTIMATIVA ORÇAMENTÁRIA DE
EMPRESAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Scheer

CURITIBA

2018

Catálogo na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

L362a Latreille, Denise

Análise da validação de quantitativos obtidos de um modelo BIM de arquitetura para atender a estimativa orçamentária de empresas de construção civil / Denise Latreille – Curitiba, 2018.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Construção Civil, 2018.

Orientador: Sérgio Scheer

1. Modelagem de informação da Construção (BIM). 2. Construção civil – Orçamento. I. Universidade Federal do Paraná. II. Scheer, Sérgio. III. Título.

CDD: 690.0285

Bibliotecária: Roseny Rivelini Morciani CRB-9/1585



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE
CONSTRUÇÃO CIVIL

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **DENISE LATREILLE** intitulada: **Análise da validação de quantitativos obtidos de um modelo BIM de arquitetura para atender a estimativa orçamentária de empresas de construção civil**, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 09 de Julho de 2018.

SÉRGIO SCHEER

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ADRIANA DE PAULA LACERDA SANTOS

Avaliador Interno (UFPR)

RICARDO MENDES JUNIOR

Avaliador Externo (UFPR)

AGRADECIMENTOS

A Deus pela proteção e bênção.

Aos meus pais, pela confiança, amor e compreensão.

Ao professor Sergio Scheer, pela orientação e incentivo.

Aos meus amigos que conheci na UFPR e que muito me ajudaram a concluir as etapas deste mestrado.

Aos colegas do mestrado, pela colaboração e companheirismo.

Às empresas parceiras, por compartilhar o conhecimento e contribuir com a pesquisa.

Aos professores do PPGECC e da UFPR, por todos os ensinamentos desde que entrei nesta instituição como aluna da graduação, e agora estou novamente aqui como mestranda.

RESUMO

O presente trabalho refere-se à análise da validação de quantitativos obtidos de um modelo de arquitetura elaborado através de Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling* – BIM). A validação dos dados de quantitativos deve ser realizada quando o modelador BIM e o responsável pela orçamentação são pessoas diferentes dentro do processo de concepção de um empreendimento. Os quantitativos fornecidos pelo modelo BIM devem ser inseridos na planilha orçamentária coordenada pelo orçamentista, e devem ser verificados quanto a forma como foram modelados, para que o dado fornecido represente uma informação confiável ao orçamento do projeto. A metodologia da pesquisa caracteriza-se como exploratória, e faz uso de pesquisa bibliográfica e estudo empírico como estratégias para atingir o objetivo. No estudo empírico será feita a análise de dois conjuntos de quantitativos referentes ao mesmo projeto. Um conjunto de quantitativos foi elaborado de forma tradicional, através dos projetos 2D em CAD. O segundo conjunto de quantitativos foi obtido do modelo BIM de arquitetura, concebido de acordo com orientação dada pela orçamentista quanto a forma com que os quantitativos deveriam ser fornecidos para atender a planilha orçamentária. A pesquisa bibliográfica utiliza a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para identificar publicações que trazem formas de validação de modelos BIM e seus quantitativos. Como resultado, análises sobre a validação dos quantitativos foram descritas, visando agregar benefícios ao processo de orçamentação, como economia de tempo e qualidade da informação.

Palavras-chave: BIM. Quantitativos. Orçamento. Validação.

ABSTRACT

The aim of this research is to analyze the validation of material quantities obtained from an architecture model elaborated through Building Information Modeling (BIM). Validation of quantitative data should be performed when the BIM modeling and the budgeting activities are not performed by the same person within the design process. Quantities obtained from the BIM model should be entered in the budget worksheet coordinated by the budget specialist and should be verified on how they were modeled so that the given data represent reliable information to the project budget. The research methodology is characterized as exploratory, and comprises a bibliographic research and empirical study as strategies to achieve the objective. In the empirical study an analysis of two sets of quantitative referring to the same project was made. A set of quantitative sheets was elaborated in the traditional way, through 2D design files in CAD. The second set of quantitative data was obtained from the BIM architecture model, designed according to the orientation given by the budget specialist on the data format to fill the budget worksheet. The bibliographic research was run as Systematic Review of Literature (SRL) to identify publications with validation forms of BIM models and their quantification methods. The result was the description of analysis on material quantities validation, aiming to add benefits to the budgeting process, such as time saving and information quality.

Keywords: BIM. Quantitative. Budget. Validation.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ETAPAS DA PESQUISA	17
FIGURA 2 - PALAVRAS-CHAVE EM PORTUGUÊS	19
FIGURA 3 - PALAVRAS-CHAVE EM INGLÊS.....	20
FIGURA 4 - ESTUDO EMPÍRICO E VERIFICAÇÃO DOS QUANTITATIVOS.....	22
FIGURA 5 - RESULTADO DAS BUSCAS NAS BASES DE DADOS.....	23
FIGURA 6 - PROCESSO DE SELEÇÃO DOS ARTIGOS.....	24
FIGURA 7 – ESTATÍSTICAS DE BUSCA E APROVAÇÃO NAS BASES DE DADOS	25
FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO GLOBAL DOS ARTIGOS ADERENTES	27
FIGURA 9 - PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO EM BIM.....	34
FIGURA 10 - PLANTA DO PAVIMENTO TIPO	39
FIGURA 11 - VISTA 3D DO MODELO.....	40
FIGURA 12 - PROCESSO BIM 5D DA EMPRESA C	52
FIGURA 13 - EXEMPLO DE OBJETO MODELADO: JANELA	53
FIGURA 14 - EXEMPLO DE OBJETO MODELADO: PAREDE.....	53
FIGURA 15 - TABELA DE QUANTITATIVOS EXTRAÍDA DO REVIT	54
FIGURA 16 - O ORÇAMENTO NO CGEP	55
FIGURA 17 - LISTA DE QUANTITATIVOS.....	70
FIGURA 18 – PARTE DA PLANILHA DE QUANTITATIVO DE FORRO DRYWALL	71
FIGURA 19 - CAPTURA DE TELA DO MODELO NO SOFTWARE NAVISWORKS	72
FIGURA 20 - VERIFICAÇÃO DO MODELO BIM 5D.....	75
FIGURA 21 - PAINEL DE NAVEGAÇÃO DO NAVISWORKS FREEDOM.....	76
FIGURA 22 - PAINEL DE SELEÇÃO	77
FIGURA 23 - PLANO DE CORTE NO PAVIMENTO TIPO COM A ATIVIDADE "ALVENARIA" SELECIONADA	81
FIGURA 24 - PLANO DE CORTE NO PAVIMENTO TIPO SEM SELEÇÃO DE ATIVIDADES.....	81
FIGURA 25 - VERIFICAÇÃO DA ATIVIDADE MANTA NO PAVIMENTO TÉRREO.	83
FIGURA 26 - CAPTURA DE TELA COM DESTAQUE PARA A ATIVIDADE DE EMBOÇO FACHADA E IMPLANTAÇÃO	85

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - FASES DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.....	18
QUADRO 2 – CONDUÇÃO DA BUSCA NAS BASES DE DADOS.....	20
QUADRO 3 - ANÁLISE DOS ARTIGOS ADERENTES DE ACORDO COM A FONTE, AUTORES E ANO DE PUBLICAÇÃO.....	25
QUADRO 4 - CATEGORIAS DE ATIVIDADES DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA...	41
QUADRO 5 - GRUPO DE ATIVIDADES DA CONTENÇÃO, FUNDAÇÃO E ESTRUTURA	42
QUADRO 6 - ATIVIDADES A SEREM QUANTIFICADAS ATRAVÉS DO PROJETO ARQUITETÔNICO	44
QUADRO 7 - ATIVIDADES "NÃO QUANTIFICÁVEIS"	45
QUADRO 8 - ATIVIDADES QUANTIFICADAS DE ACORDO COM A DURAÇÃO NO CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO (UNIDADE = MÊS)	48
QUADRO 9 - ATIVIDADES A SEREM QUANTIFICADAS ATRAVÉS DE OUTROS PROJETOS OU ESTIMATIVAS FORNECIDAS PELOS PROJETISTAS RESPONSÁVEIS	48
QUADRO 10 – ATIVIDADES NÃO QUANTIFICADAS E JUSTIFICATIVAS	63
QUADRO 11 - VARIAÇÃO ENTRE QUANTITATIVOS A E B ORGANIZADA PELA CURVA ABC	67
QUADRO 12 - COMPARAÇÃO ENTRE PAINEL DE SELEÇÃO E ATIVIDADES A SEREM VERIFICADAS.....	78

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - QUANTITATIVOS A (PROCESSO ORÇAMENTÁRIO TRADICIONAL)	59
TABELA 2 - QUANTITATIVOS B (PROCESSO ORÇAMENTÁRIO EM BIM).....	60
TABELA 3 – ATIVIDADES DE FÁCIL QUANTIFICAÇÃO PELO PROJETO ARQUITETÔNICO OU MEMORIAL DESCRITIVO	62
TABELA 4 – DIFERENÇAS PERCENTUAIS ENTRE QUANTITATIVOS A E B	66

LISTA DE SIGLAS

BIM	- <i>Building Information Modeling</i>
CAD	- <i>Computer Aided Design</i>
CAPES	- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CSV	- <i>Comma-Separated Values</i>
EAP	- Estrutura Analítica do Projeto
IFC	- <i>Industry Foundation Classes</i>
NWC E NWD	- <i>Navisworks Document</i> (formatos de arquivo)
PPGECC	- Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Construção Civil
RSL	- Revisão Sistemática de Literatura
UFPR	- Universidade Federal do Paraná

LISTA DE ABREVIATURAS

Cj.	- Conjunto
Cód.	- Código
Quant.	- Quantitativo
Vb.	- Verba

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 PROBLEMA	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.3 JUSTIFICATIVA	15
2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	16
2.1 ETAPAS DA PESQUISA.....	16
2.2 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	17
2.2.1 Formulação das questões norteadoras	18
2.2.2 Busca nas bases de dados	19
2.3 ESTUDO EMPÍRICO.....	21
2.4 VERIFICAÇÃO DOS QUANTITATIVOS BIM FORNECIDOS	21
3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	23
3.1 RESULTADO DAS BUSCAS NAS BASES DE DADOS	23
3.2 SELEÇÃO DOS ARTIGOS DA RSL.....	23
3.3 ANÁLISE DOS ARTIGOS ADERENTES.....	25
3.4 RESULTADOS ENCONTRADOS NOS ARTIGOS ADERENTES.....	27
3.4.1 Características do processo orçamentário com modelagem BIM	28
3.4.2 Softwares de orçamentação e quantificação em BIM	29
3.4.3 Subjetividade do orçamentista	29
3.4.4 Ontologia e semântica.....	31
3.4.5 Padronização	32
3.4.6 Benefícios da implementação	33
3.4.7 O processo de extração de quantitativo através do BIM	34
3.4.8 Validação.....	35
4 ESTUDO EMPÍRICO.....	36
4.1 DESCRIÇÃO E RELAÇÃO DAS EMPRESAS E PESSOAS ENVOLVIDAS	36
4.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	37
4.3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS NO ESTUDO EMPÍRICO	40
4.3.1 Processo orçamentário tradicional	40
4.3.2 Orientação para a modelagem BIM do projeto arquitetônico	50
4.3.3 Processo orçamentário em BIM	51
4.4 RESULTADOS	58

4.4.1	Quantitativos A (processo orçamentário tradicional)	58
4.4.2	Quantitativos B (processo orçamentário em BIM)	60
4.5	ANÁLISES	63
4.5.1	Comunicação entre a orçamentista e a equipe BIM	63
4.5.2	Variação entre quantitativos A e B	65
4.5.3	Custo final do orçamento utilizando quantitativos A ou B	68
4.5.4	Quanto a forma de apresentação das informações	69
4.5.5	Quanto a facilidade de alteração conforme revisão do projeto	73
5	VERIFICAÇÃO DOS QUANTITATIVOS BIM FORNECIDOS	74
5.1	ETAPA 1: COMPARAÇÃO ENTRE ATIVIDADES LISTADAS E ATIVIDADES QUANTIFICADAS	76
5.2	ETAPA 2: VERIFICAÇÃO DE ATIVIDADES MODELADAS	80
5.2.1	Alvenarias e Muros	80
5.2.2	Manta e proteção mecânica	82
5.2.3	Contrapiso interno e externo	83
5.2.4	Emboço interno	84
5.2.5	Emboço externo fachada e implantação e Emboço muros	84
5.3	ETAPA 3: ALINHAMENTO E AJUSTES	86
5.4	VALIDADE DO ESTUDO EMPÍRICO	86
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	88
6.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	88
6.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO EMPÍRICO	90
6.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE A VERIFICAÇÃO DOS QUANTITATIVOS BIM	91
6.4	SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS	91
	REFERÊNCIAS	92
	APÊNDICE 1 – ORÇAMENTO COM QUANTITATIVOS A (PROCESSO TRADICIONAL)	95
	APÊNDICE 2 – LISTA DE ATIVIDADES DO ORÇAMENTO EM ORDEM DECRESCENTE DE CUSTO (PARA FORMAÇÃO DA CURVA ABC). UTILIZANDO OS QUANTITATIVOS A	100
	APÊNDICE 3 – ORÇAMENTO COM QUANTITATIVOS B (PROCESSO BIM)	103

1 INTRODUÇÃO

A demanda por espaço e a preocupação com maneiras mais eficientes de construir advém do crescimento da população e das cidades. (OBA, 2014). A solução dos problemas relacionados ao crescimento e desenvolvimento se torna cada vez mais complexa, e essa complexidade requer novos procedimentos de gerenciamento de informação na indústria da construção civil. (FLORIO, 2007). O poder de competição das organizações está atrelado à capacidade de inovação, produção, gestão empresarial e recursos humanos. Assim, presume-se que competitividade seja a capacidade que uma organização desenvolve para se adequar ao mercado em que opera. Nessa perspectiva, vislumbra-se a necessidade de as empresas de construção civil entenderem-se como um sistema organizacional, buscando sincronizar a sua produção com a realidade e anseios do macrossistema que as envolvem. (PEREIRA FILHO; ROCHA; SILVA, 2004).

Para acompanhar o processo de evolução as empresas precisam utilizar estratégias de gestão para o desenvolvimento de projetos. Os projetos devem ser gerenciados em suas diversas áreas de conhecimento, a exemplo da gestão de custos, escopo e tempo. (FONTENELE FILHO; CORREIA NETO, 2014). A principal atribuição da gestão de custos é estimar custos e disponibilizar aos gestores da empresa informações que possam dar suporte a tomada de decisões ao longo do desenvolvimento do empreendimento. (FENATO, 2016). O planejamento ou controle dos custos, quando geridos de forma incorreta, podem prejudicar o sucesso de um projeto e influenciar diretamente outras áreas de gestão como escopo e tempo. (FONTENELE FILHO; CORREIA NETO, 2014).

Para o sucesso de um empreendimento é fundamental o estudo de viabilidade econômica. Para determinar as finanças do empreendimento é necessária uma metodologia capaz de gerar informações de qualidade, de relevância e em tempo hábil para a tomada de decisão. O orçamento é o cálculo dos custos para executar um projeto e é uma das primeiras informações que o incorporador deseja conhecer ao iniciar um projeto. (CORDEIRO, 2007).

A preparação de um orçamento é imprescindível para um bom planejamento, pois é com base nele que advém o sucesso que qualquer empreendimento de construção predial (LIMMER, 1997). Somente após a conclusão do orçamento pode-

se determinar a viabilidade econômica, o cronograma físico-financeiro e os relatórios de controle do projeto. (COELHO, 2006).

O processo orçamentário tradicional envolve a interpretação de projetos 2D elaborados através de CAD. (*Computer-Aided Design*). A informação interpretada pelo orçamentista é transcrita em planilhas para fins de armazenamento e registro das informações. Esse processo é denominado “levantamento de quantitativos” ou “quantitativos”, e é essencial para a orçamentação, pois é a base de transferência de informações do projeto para a fase de construção. (FENATO, 2016). A precisão e eficiência do orçamento e do cronograma estão diretamente relacionadas a esse processo. (FIRAT et al., 2010).

No método tradicional de orçamentação, a leitura e interpretação dos desenhos 2D exige abstração, o que aumenta a chance de erro de interpretação e omissões. (EASTMAN et al., 2011). Devido à grande quantidade de informação a ser vista pelo orçamentista, existe a necessidade de organização e lógica para armazenar os dados obtidos no processo orçamentário. (MARCHIORI, 2009). O levantamento de quantitativos, quando feito de forma manual, é a etapa mais demorada do processo de orçamentação. De acordo com Sabol (2008), pode tomar de 50 a 80% do tempo de elaboração de um orçamento.

Diante disso, emerge a necessidade de melhoria ao processo de orçamentação. Na procura por novas soluções para o desenvolvimento de projetos e gestão da construção, o mercado encontrou na Modelagem da Informação da Construção (*Building Information Modeling – BIM*) uma maneira de pensar o processo de projeto que pode levar a uma grande modificação nas atividades relacionadas ao setor. Com a implantação desta tecnologia ocorrerá alteração na forma de interação entre os *stakeholders* durante o ciclo de vida de uma edificação. (SAKAMORI, 2015).

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida. (CBIC, 2016).

O modelo digital é uma representação 3D paramétrica das características do empreendimento. Através de um modelo único, é possível compartilhar informações de vários arquivos de todos os envolvidos, constituindo-se, assim, como uma base de

informações do projeto. Segundo Eastman et al. (2011), no BIM há interações automáticas entre o modelo 3D e a extração de quantitativos, o que resulta em redução de tempo na elaboração do orçamento. A modelagem BIM é uma forma de mitigação de riscos na elaboração de orçamentos, pois reduz incertezas associadas aos quantitativos.

1.1 PROBLEMA

A presente dissertação trata de um problema que ocorre na fase de orçamentação de projetos de construção civil em empresas que estão buscando inovação através do uso de modelagem da informação da construção (BIM).

Um primeiro resultado da implantação do BIM nas empresas seria a praticidade para obter elevações e cortes, bem como a eficácia na compatibilização e gerenciamento de projetos, antecipando erros que poderiam ocorrer durante a execução.

Além disso, um modelo BIM pode fornecer os quantitativos necessários para a orçamentação de projetos. O processo tradicional de quantificação de insumos requer grande parte do tempo para a elaboração de um orçamento.

Uma vez que a planilha orçamentária tende a estar consolidada nas empresas, os responsáveis pela orçamentação devem orientar os responsáveis pela modelagem BIM para que os dados fornecidos pelo modelo possam ser substituídos pelos dados que antes eram quantificados manualmente.

Com base nas proposições anteriores e visando otimizar o processo orçamentário quanto a economia de tempo, qualidade da informação e rastreabilidade da informação, a pergunta da pesquisa é: como o orçamentista pode validar os quantitativos provenientes de um modelo BIM?

1.2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é analisar a validação dos quantitativos obtidos diretamente de um modelo BIM, visando contribuir para o uso do BIM no processo orçamentário.

1.3 JUSTIFICATIVA

Tendo em vista um mercado cada vez mais competitivo e um consumidor bastante exigente, um empreendimento de construção civil requer estudos detalhados de viabilidade econômica e um orçamento bem aprimorado, bem como o acompanhamento rigoroso do avanço físico-financeiro da obra. (KNOLSEISEN, 2003).

São várias as dificuldades enfrentadas pela indústria da construção no cenário atual. As empresas reconhecem a necessidade de maior produtividade e inovação. Uma pesquisa da Confederação Nacional da Indústria aponta que 80% das empresas de construção investirão em novas tecnologias nos próximos anos. Nesta pesquisa, 64% das empresas da construção pretendem investir em tecnologia da informação. (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2015).

As discussões em torno de um processo colaborativo em arquitetura começaram na década de 1970. (FLORIO, 2007). O compartilhamento da informação obtida na orçamentação é importante já na fase de concepção do projeto. A informação levantada através da quantificação do projeto serve para apoiar as decisões preliminares e basear as primeiras negociações com clientes e fornecedores. (KERN, 2005).

Bryde, Broquetas e Volm (2013) avaliaram os impactos do uso de BIM em 35 projetos de construção civil. Para 60% dos projetos avaliados houve benefício quanto ao controle de custo. Em 37% dos projetos houve melhoria na comunicação. Quanto à redução de tempo, 34% dos projetos impactados positivamente através do uso de BIM.

A importância desta pesquisa está na proposta de melhorar o processo de orçamentação, aliando a tecnologia da informação fornecida pelo BIM ao papel desempenhado pelo orçamentista neste novo cenário da construção civil. A possibilidade de validar um modelo de arquitetura e seus quantitativos de acordo com um processo orçamentário pré-estabelecido agrega economia de tempo e qualidade, pois reduz a chance de erro humano inerente ao processo tradicional de orçamentação.

2 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

De acordo com Gil (2002), a pesquisa pode ser classificada com base nos objetivos e com base nos procedimentos técnicos utilizados. Esta pesquisa se classifica, com base nos objetivos, em pesquisa exploratória. Este tipo de pesquisa proporciona maior familiaridade com o problema, visando torna-lo explícito. O objetivo de uma pesquisa exploratória é o aprimoramento de ideias.

Seguindo pela classificação com base nos procedimentos técnicos utilizados, a pesquisa pode ser classificada de forma mista, pois fará uso de pesquisa bibliográfica e estudo empírico.

A pesquisa bibliográfica, segundo Gil (2002), é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. A principal vantagem da pesquisa bibliográfica está no fato de permitir ao investigador obter informação para qualificar a pesquisa utilizando documentos já publicados com relação ao tema proposto.

O estudo empírico envolve a experiência vivida pela autora em ambiente profissional, com a intenção de inserir na análise questões práticas que podem não ter sido descritas nas publicações acadêmicas, ou reforçar pontos encontrados nas mesmas.

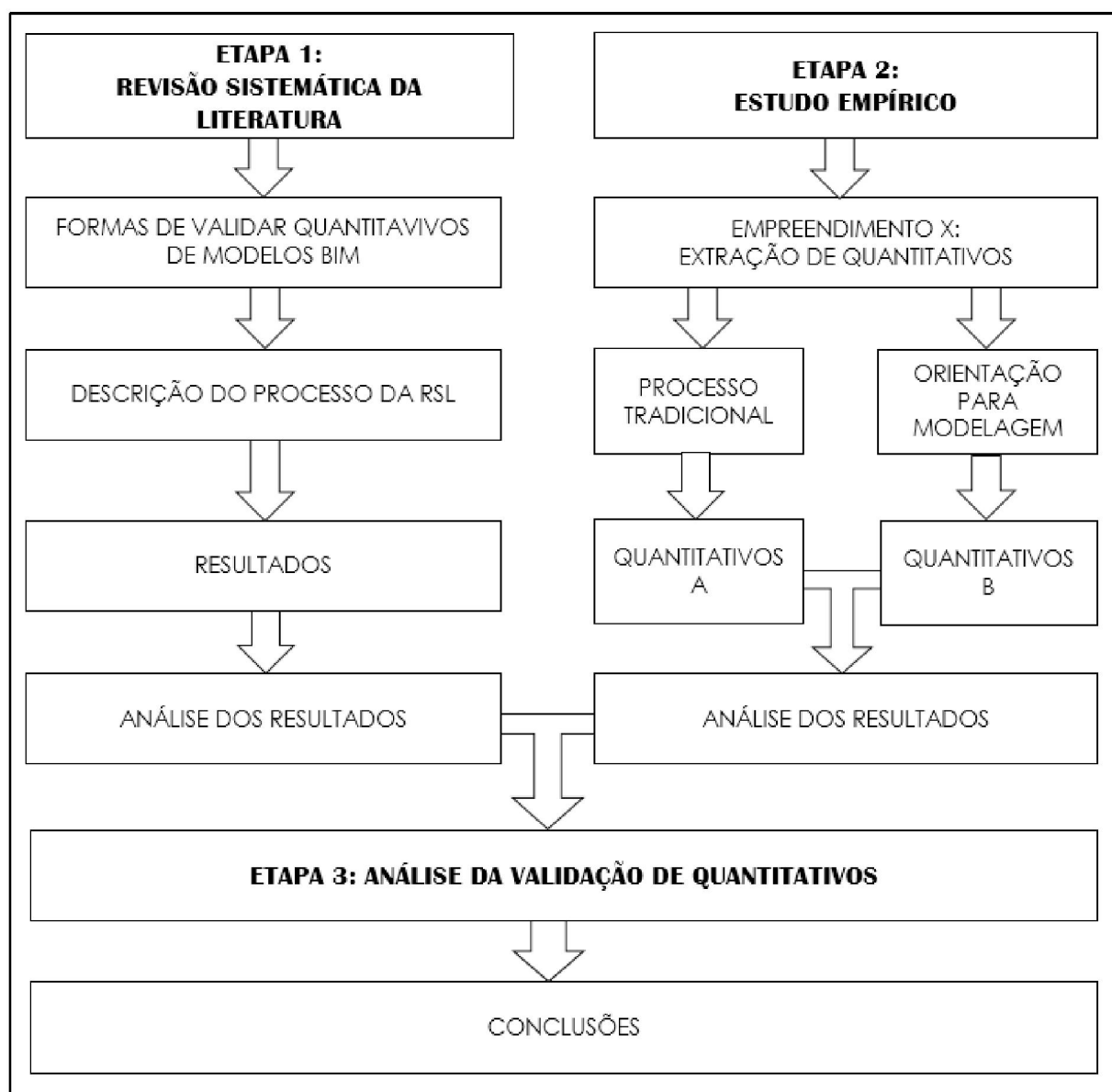
2.1 ETAPAS DA PESQUISA

A primeira etapa da pesquisa descreve a busca por informações sobre formas de validação de quantitativos obtidos de modelos BIM. Foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL). Os resultados da RSL estão descritos no capítulo 3.

A segunda etapa da pesquisa é a realização do estudo empírico. Este estudo envolve a experiência vivida pela autora em ambiente profissional. O estudo empírico está descrito no capítulo 4.

Após revisão bibliográfica e estudo empírico, são feitas análises com base nos resultados obtidos. A figura a seguir representa de forma esquemática as etapas da pesquisa.

FIGURA 1 - ETAPAS DA PESQUISA



Fonte: A autora (2018)

2.2 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

A revisão sistemática foi adotada nesta pesquisa por ser um método abrangente e não tendencioso na sua preparação. Os critérios adotados são divulgados de modo que a pesquisa possa ser repetida. (GALVÃO E PEREIRA, 2014).

As fases da revisão sistemática serão descritas no quadro a seguir.

QUADRO 1 - FASES DA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

FASE	OBJETIVO	ATIVIDADES
1	Formular as questões norteadoras	Definir perguntas que fornecem resultados para a RSL com base nas respostas.
2	Buscar nas bases de dados	Definir palavras-chave.
		Estabelecer <i>strings</i> e filtros da pesquisa (período, tipo de publicação, área do conhecimento).
		Definir as bases de dados e a forma de conduzir a pesquisa em cada uma delas.
3	Verificar o resultado das buscas nas bases de dados	Organizar os resultados encontrados. Verificar quantos artigos existem em cada resultado de busca e verificar as repetições
4	Selecionar os artigos	Estabelecer filtros para aceitar ou rejeitar as publicações encontradas.
5	Analisar os artigos aderentes	Coletar informações e estatísticas dos artigos aderentes
6	Responder as questões norteadoras	<ul style="list-style-type: none"> • Ler integralmente os artigos aderentes • Verificar o conteúdo das referências citadas pelos autores dos artigos aderentes que tenham relação com o assunto. Algumas referências podem se tornar aderentes. • Apresentar os resultados com base na síntese da leitura dos artigos aderentes e/ou referências.

Fonte: A autora (2018)

A etapa de busca da RSL é composta pelas fases 1 e 2 e serão descritas logo a seguir. As fases 3 a 6 trazem resultados da RSL, que serão descritos no capítulo 3.

2.2.1 Formulação das questões norteadoras

O sucesso das demais etapas da RSL depende das questões norteadoras. A busca por um método de validação dos quantitativos e, conseqüentemente, de validação do modelo BIM de arquitetura para a orçamentação, guiaram a pesquisa realizada nesta revisão sistemática da literatura. As questões norteadoras, são:

De que maneira o modelo BIM pode ser validado por terceiros (orçamentista, incorporadora, gerente de custo, etc.) para que os quantitativos extraídos estejam de acordo com a planilha orçamentária do projeto?

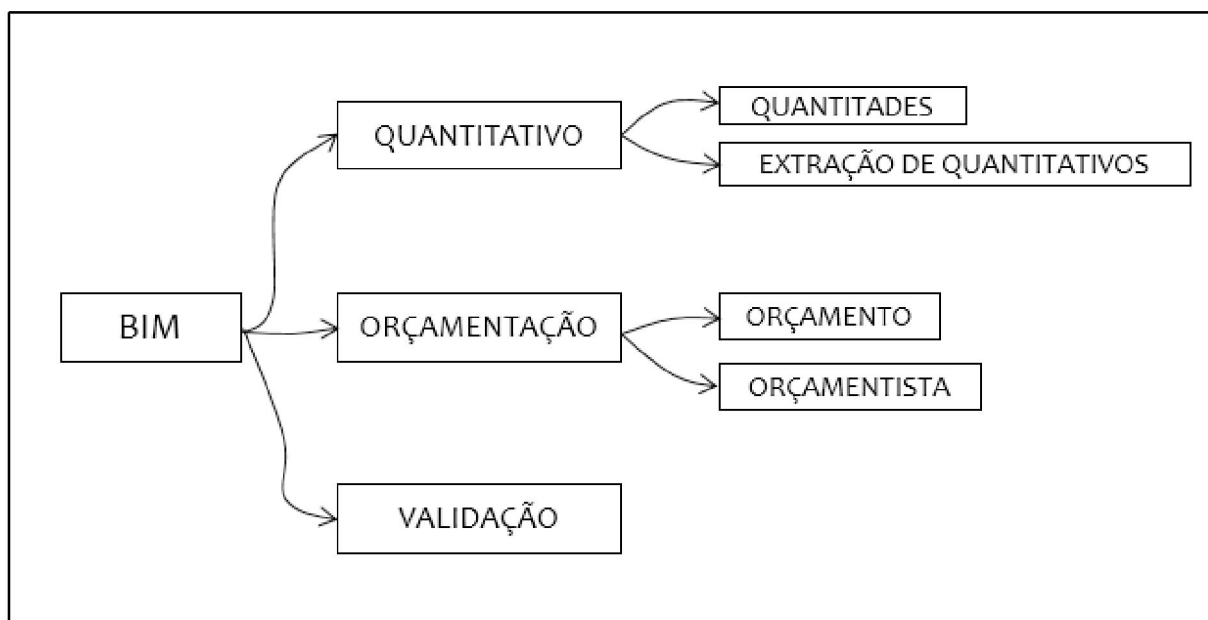
Quais são as dificuldades encontradas na extração de quantitativos do modelo BIM?

De que forma o orçamentista que não executa a modelagem 3D pode utilizar dados do modelo para o trabalho de orçamentação?

2.2.2 Busca nas bases de dados

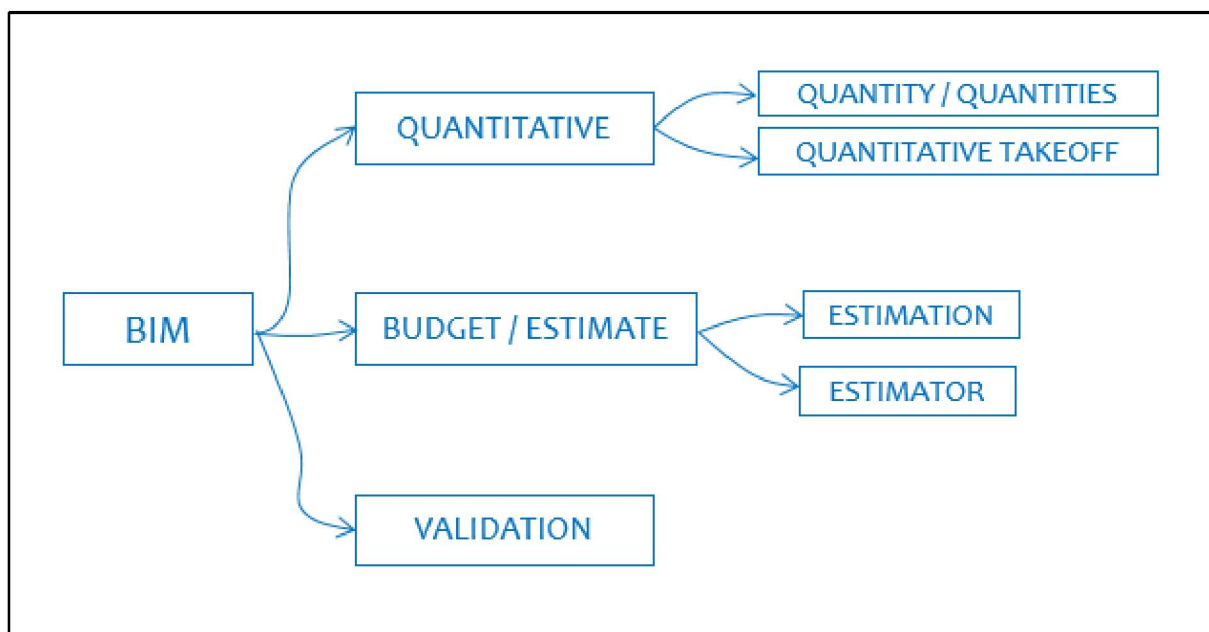
A partir das questões acima, foram definidas palavras-chave para se iniciar a revisão sistemática. As palavras foram escolhidas pela afinidade com as questões norteadoras. As figuras a seguir mostram as palavras escolhidas para a realização da pesquisa. Inicialmente, definiram-se as palavras em português. Em seguida, as palavras foram traduzidas para o inglês, para que as buscas fossem efetuadas com as palavras em inglês.

FIGURA 2 - PALAVRAS-CHAVE EM PORTUGUÊS



Fonte: A autora (2018)

FIGURA 3 - PALAVRAS-CHAVE EM INGLÊS



Fonte: A autora (2018)

Definidas as palavras-chave, foi criada uma *string* para a busca nas bases de dados. Foram escolhidas três bases de dados: Scielo, Science Direct e Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). A *string* de pesquisa e as particularidades de busca de cada base de dados estão descritas no quadro a seguir.

QUADRO 2 – CONDUÇÃO DA BUSCA NAS BASES DE DADOS

PALAVRAS CHAVE E <i>STRING</i> DE PESQUISA		
<i>"bim" AND "quantity" OR "quantities" OR "quantitative" OR "takeoff" OR "budget" OR "estimate" OR "estimation" OR "estimator" OR "validation"</i>		
PARTICULARIDADES DE BUSCA EM CADA BASE DE DADOS		
Scielo	Science Direct	Portal de Periódicos CAPES
<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa de artigos; • Método: integrado; • Abrangência: regional (todas as regiões); • Área temática: engenharias; • Artigo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa avançada; • Periódicos; • Resultados das buscas em "título, resumo e palavras-chave"; • Relacionadas a área de Engenharia; • Artigos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Busca avançada; • "Contém" as palavras buscadas no "título"; • Artigos; • Engenharia.

Fonte: A autora (2018)

2.3 ESTUDO EMPÍRICO

A etapa do estudo empírico se constituiu de duas atividades. Uma delas foi a elaboração de um conjunto de quantitativos provenientes do processo tradicional de orçamentação do projeto em questão, sem utilizar ferramentas BIM no processo. A segunda atividade foi a orientação dada pelo orçamentista do projeto ao modelador BIM para que o modelo seja elaborado de maneira que permita a extração de quantitativos condizentes com a planilha orçamentária do projeto. Como resultado desta orientação, estima-se que seja gerado um segundo conjunto de quantitativos, semelhantes ao primeiro conjunto.

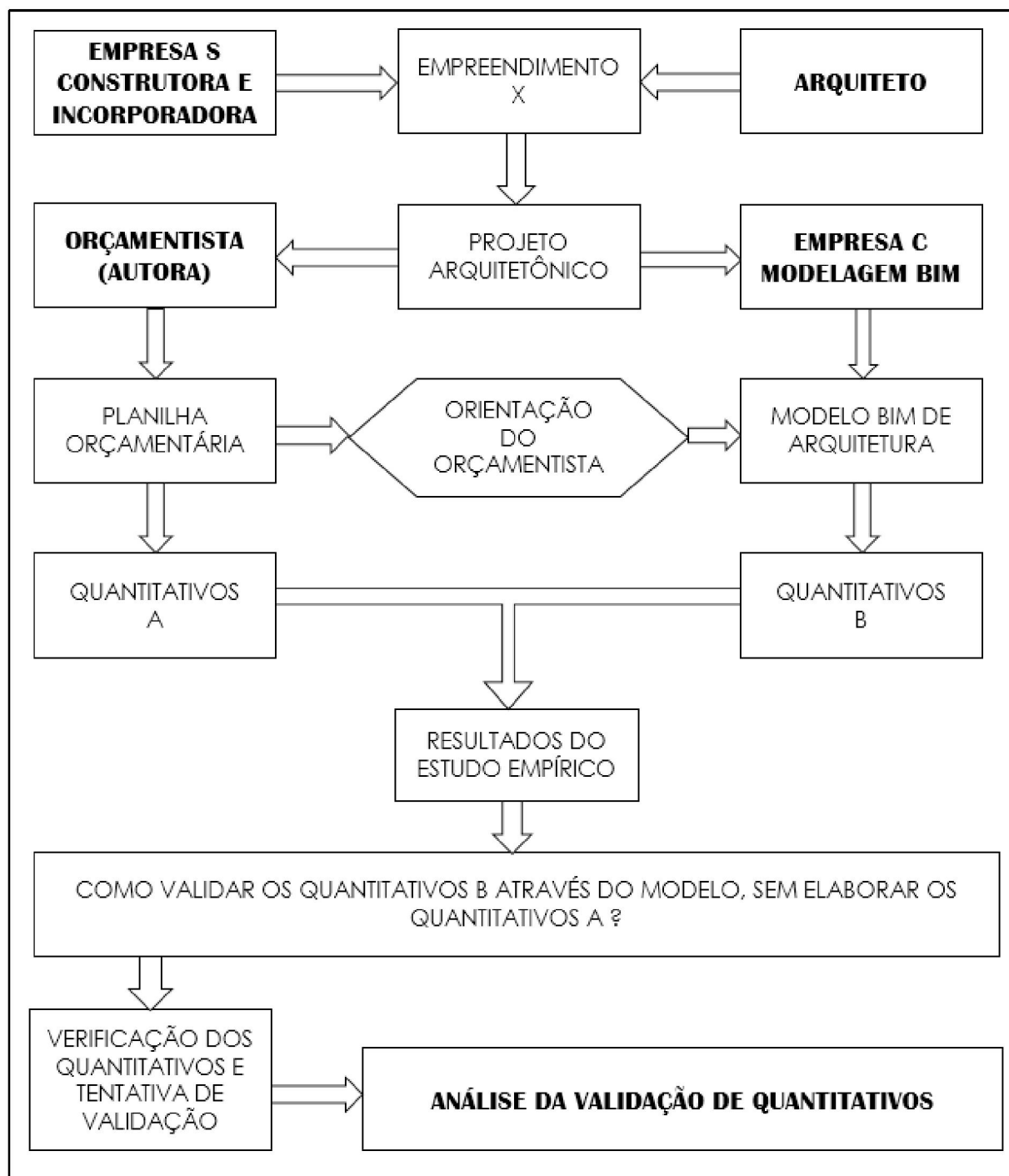
2.4 VERIFICAÇÃO DOS QUANTITATIVOS BIM FORNECIDOS

A partir do que foi observado nos artigos usados para a revisão da literatura e das análises dos resultados do estudo empírico, a verificação dos quantitativos fornecidos pelo modelo BIM de arquitetura do projeto foi realizada, visando a validação dos dados fornecidos pelo modelo BIM.

O universo de aplicação da validação está restrito a situações semelhantes ao caso estudado, onde a planilha orçamentária do projeto está determinada e o responsável pela modelagem e fornecimento de quantitativos não possui familiaridade com o processo orçamentário, fazendo com que exista uma necessidade de validação do modelo e dos quantitativos extraídos.

A figura a seguir ilustra as etapas do estudo empírico e da verificação dos quantitativos BIM.

FIGURA 4 - ESTUDO EMPÍRICO E VERIFICAÇÃO DOS QUANTITATIVOS



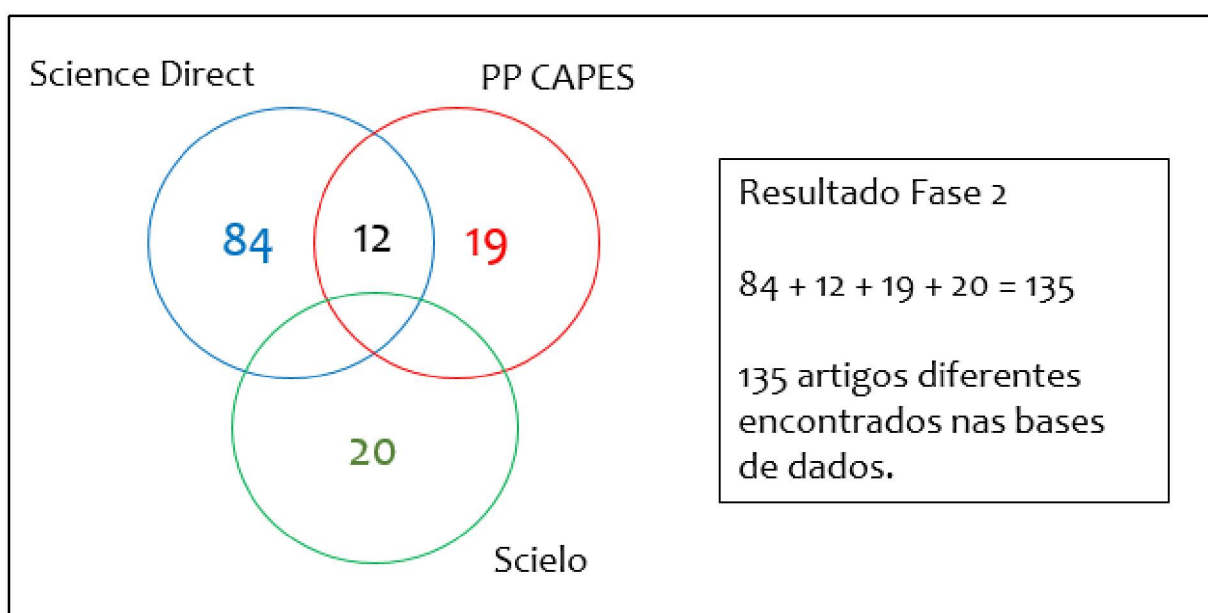
Fonte: A autora (2018)

3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

3.1 RESULTADO DAS BUSCAS NAS BASES DE DADOS

As buscas nas bases de dados totalizaram em 147 resultados. 96 na base de dados Science Direct, 31 no Portal de Periódicos CAPES e 20 na base de dados Scielo. Após leitura de todos os títulos de resultados para identificar artigos que se repetem entre as bases de dados, finaliza-se a fase 2. Um total de 135 artigos diferentes foram encontrados (havia 12 repetições). A figura a seguir ilustra o resultado das buscas nas bases de dados.

FIGURA 5 - RESULTADO DAS BUSCAS NAS BASES DE DADOS



Fonte: A autora (2018)

3.2 SELEÇÃO DOS ARTIGOS DA RSL

Na fase de seleção dos artigos é necessário estabelecer filtros com critérios de seleção dos artigos que foram encontrados. O primeiro filtro (filtro 1) consistiu da leitura do título de cada um dos 135 artigos. Avaliando a relação do título do artigo com a possibilidade de responder as questões norteadoras, designamos um critério de aceitação ou rejeição dos artigos. Nos casos em que o título do artigo deixa alguma dúvida em relação ao critério de seleção do filtro 1, é feita uma leitura do resumo e

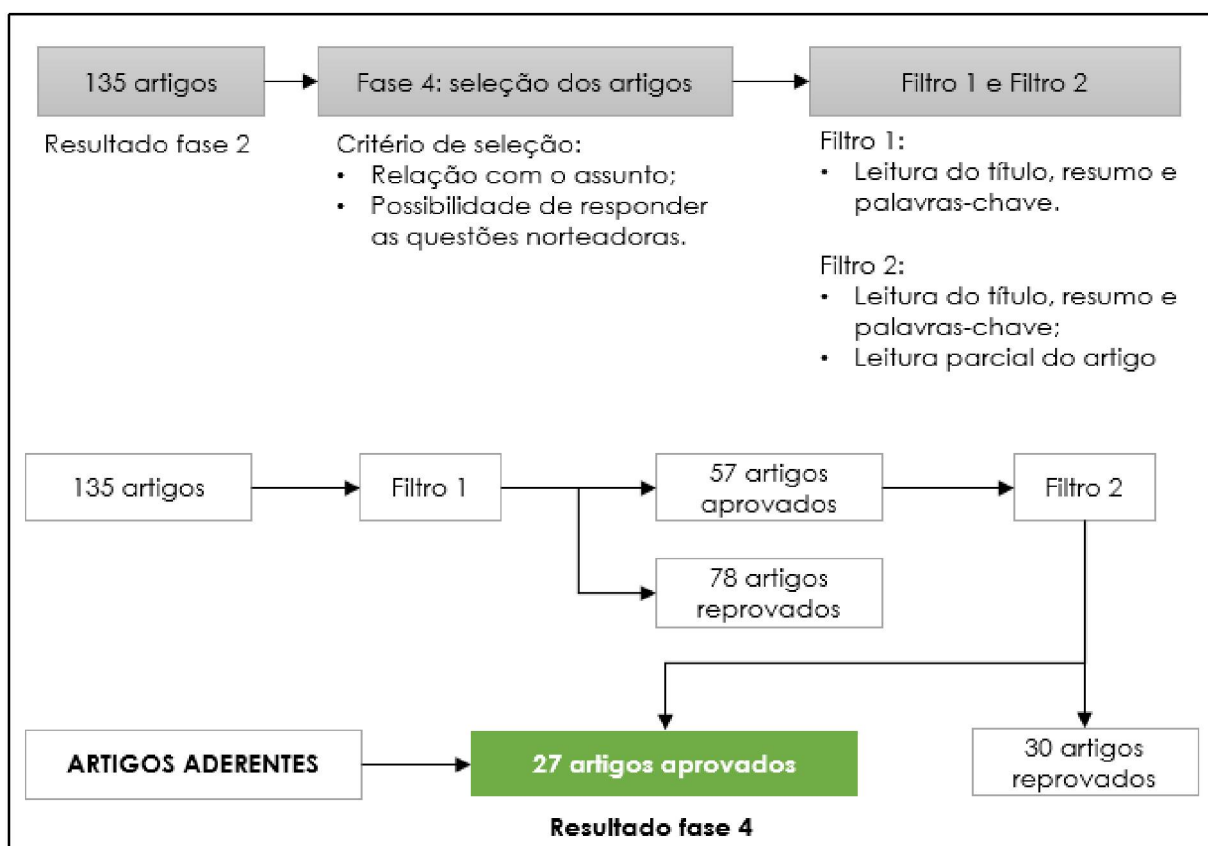
das palavras-chave do artigo em questão para então avaliar se será aceito para a próxima etapa de seleção, chamada de Filtro 2.

No segundo filtro todos os títulos e resumos dos artigos são lidos. O conteúdo do artigo é avaliado de modo superficial, mas a avaliação é mais apurada do que no primeiro filtro. O critério de aceitação continua sendo a possibilidade de responder as questões norteadoras. Quando necessário é feita a leitura da introdução e conclusão dos artigos para efetuar a seleção.

Os artigos aprovados no segundo filtro foram chamados de artigos aderentes. A leitura completa e análise dos artigos aderentes contempla a fase seguinte da RSL, chamada de Fase 4.

A figura a seguir ilustra o processo de seleção dos artigos.

FIGURA 6 - PROCESSO DE SELEÇÃO DOS ARTIGOS

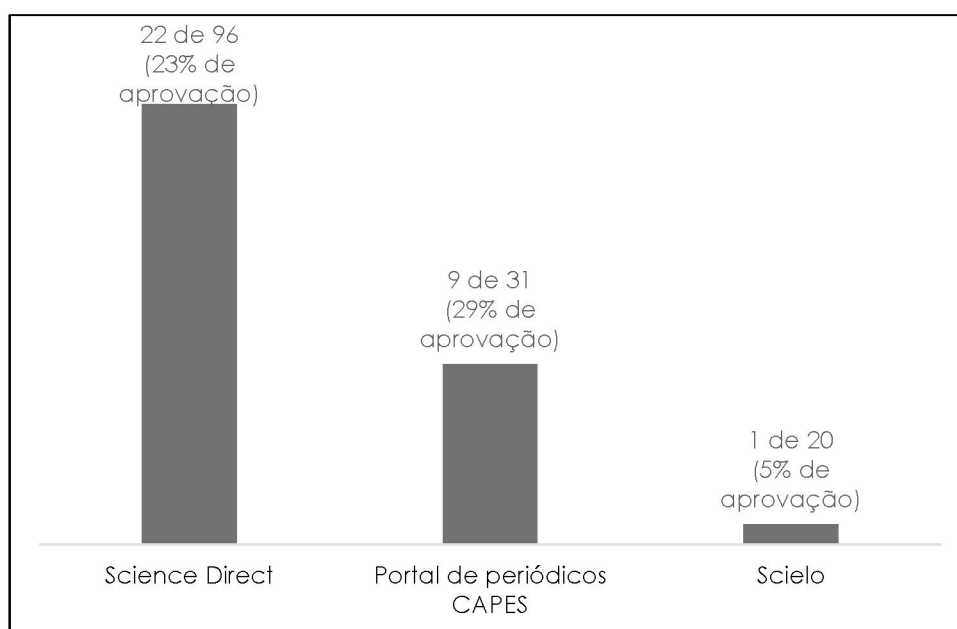


Fonte: A autora (2018)

3.3 ANÁLISE DOS ARTIGOS ADERENTES

Nesta fase serão apresentadas diferentes análises sobre os artigos aderentes. A primeira análise exibe informações sobre a quantidade de artigos que foram aprovados em cada base de dados após o segundo filtro. Veja a figura a seguir.

FIGURA 7 – ESTATÍSTICAS DE BUSCA E APROVAÇÃO NAS BASES DE DADOS



Fonte: A autora (2018)

Apesar da soma de artigos aderentes na figura acima totalizar 32 artigos, existem cinco repetições entre as bases de dados Science Direct e Portal de Periódicos Capes. Desconsiderando essas repetições, a soma de artigos aderentes é de 27. A maioria deles se encontra na base de dados Science Direct, embora o maior percentual de aprovação de artigos foi na base de dados da CAPES, onde 9 dos 31 resultados foram considerados aderentes a pesquisa, que totaliza 29% de aprovação frente aos 23% de aprovação da base de dados Science Direct e 5% de aprovação da base de dados Scielo.

O quadro a seguir traz informações sobre a fonte, o ano de publicação dos artigos aderentes e a localização da pesquisa, bem como seus autores.

QUADRO 3 - ANÁLISE DOS ARTIGOS ADERENTES DE ACORDO COM A FONTE, AUTORES E ANO DE PUBLICAÇÃO

continua				
Nº DE ARTIGOS	FONTE DOS ARTIGOS	ANO	AUTORES	PAÍS
13	Automation in Construction	2017	Junbok Lee, Young-Jin Park, Chang-Hoon Choi, Choong-Hee Han	Coreia
		2016	Kun-Chi Wang, Wei-Chih Wang, Han-Hsiang Wang, Pei-Yuan Hsu, Wei-Hao Wu, Cheng-Ju Kun	Taiwan
		2016	A.L.C. Ciribini, S. Mastrolembo Ventura, M. Paneroni	Italia
		2015	Mehrdad Niknam, Saeed Karshenas	EUA
		2015	Yong-Cheol Lee, Charles M. Eastman, Jin-Kook Lee	EUA e Coreia
		2014	Seul-Ki Lee, Ka-Ram Kim, Jung-Ho Yu	Coreia do Sul
		2014	Michael Lawrence, Rachel Pottinger, Sheryl Staub-French, Madhav Prasad Nepal	EUA, Canadá. Australia
		2014	Wei-Chih Wang, Shao-Wei Weng, Shih-Hsu Wang, Cheng-Yi Chen	Taiwan
		2013	André Monteiro, João Poças Martins	Portugal
		2013	Hyunjoo Kim, Kyle Anderson, SangHyun Lee, John Hildreth	EUA
		2013	Zhiliang Ma, Zhenhua Wei, Xiude Zhang	China
		2012	Timo Hartmann, Hendrik van Meerveld, Niels Vosseveld, Arjen Adriaanse	Holanda
		2011	Forest Peterson, Timo Hartmann, Renate Fruchter, Martin Fischer	EUA e Holanda
3	Procedia Engineering	2014	Edyta Plebankiewicz, Krzysztof Zima, Mirosław Skibniewski	EUA
		2014	Zhiliang Ma, Zhe Liu	China
		2014	Jamin Wood, Kriengsak Panuwatwanich, Jeung-Hwan Doh	Australia
2	Advanced Engineering Informatics	2016	Hexu Liu, Ming Lu, Mohamed Al-Hussein	Canadá
		2012	Madhav Prasad Nepal, Sheryl Staub-French, Rachel Pottinger, April Webster	Canadá e EUA
1	Ambiente Construído	2015	Neiva Neto, Romeu da Silva; Ruschel, Regina Coeli.	Brasil
1	Australasian Journal of Construction Economics and Building	2014	Ryan Stanley; Derek Pierre Thurnell	Nova Zelândia
1	Computers in Industry	2016	Shen Xu, Kecheng Liu, Llewellyn C.M. Tang, Weizi Li	China
1	Engineering Science and Technology, an International Journal	2017	F.H. Abanda, B. Kamsu-Foguem, J.H.M. Tah	Reino Unido e França
1	International Journal of Construction Supply Chain Management	2015	Curtis Harrison; Derek Thurnell	Nova Zelândia
1	International Journal of Project Management	2016	Qiqi Lu, Jongsung Won, Jack C.P. Cheng	Hong Kong
1	Journal of Asian Architecture and Building Engineering	2011	Cho, Jae Ho; Son, Bo Sik; Chun, Jae Youl	Coreia

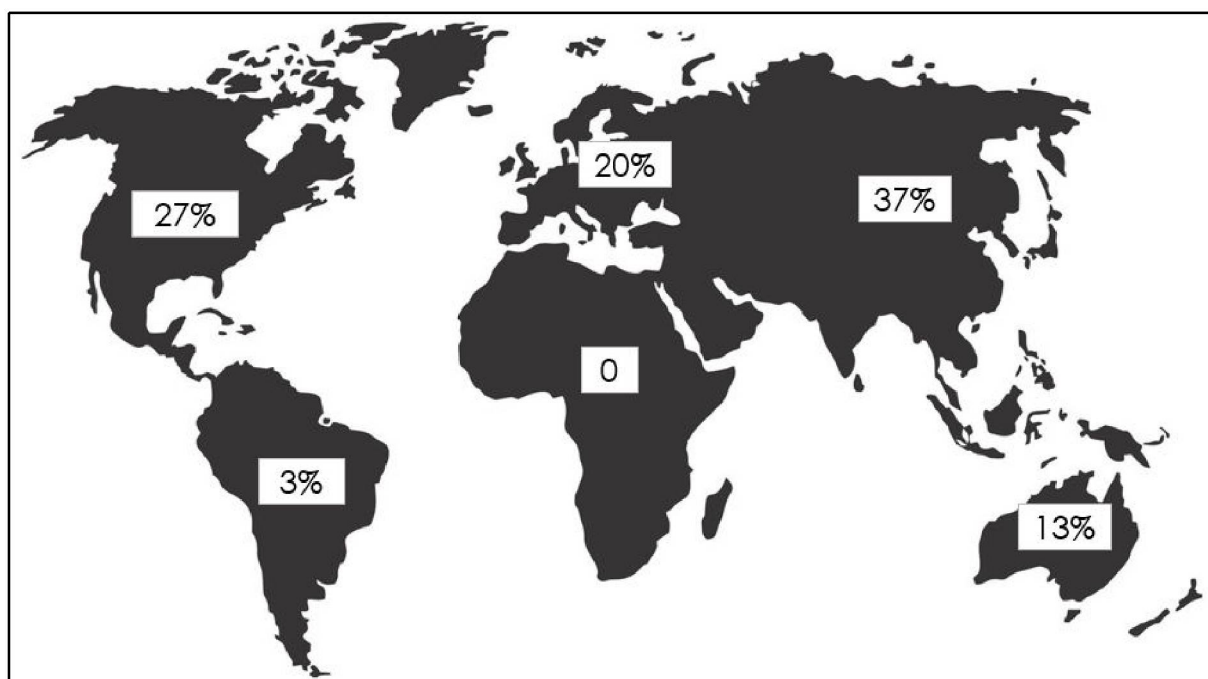
QUADRO 4 - ANÁLISE DOS ARTIGOS ADERENTES DE ACORDO COM A FONTE, AUTORES E ANO DE PUBLICAÇÃO

Nº DE ARTIGOS	FONTE DOS ARTIGOS	ANO	AUTORES	conclusão
				PAÍS
1	Journal of Computational Design and Engineering	2015	Jungsik Choi, Hansaem Kim, Inhan Kim	Coreia do Sul
1	Territorio Italia	2014	Tangelo Luigi Camillo Ciribini; Silvia Mastrolemba Ventura; Marzia Bolpagni	Italia

Fonte: A autora (2018)

Com base nos dados do quadro anterior, pode-se verificar a distribuição global das pesquisas aderentes.

FIGURA 8 - DISTRIBUIÇÃO GLOBAL DOS ARTIGOS ADERENTES



Fonte: A autora (2018)

A próxima etapa da revisão sistemática (fase 5) será apresentada separadamente no capítulo 3 após a leitura completa dos 27 artigos aderentes.

3.4 RESULTADOS ENCONTRADOS NOS ARTIGOS ADERENTES

Os resultados da revisão sistemática trazem as informações relacionadas ao problema de pesquisa e às questões norteadoras, que foram obtidas através da leitura

dos artigos aderentes. A forma de apresentação dos resultados será organizada de acordo com os diferentes conceitos encontrados durante a fase de leitura dos artigos aderentes. A seguir será apresentado um contexto inicial sobre as características da orçamentação e da modelagem BIM voltada para a extração de quantitativos.

3.4.1 Características do processo orçamentário com modelagem BIM

Um projeto de construção envolve um conjunto de organizações, como incorporadores, projetistas, construtores e fornecedores. Essas empresas precisam trocar informação. Entender a informação emitida e recebida por essas organizações requer recursos humanos especializados. A orçamentação é um dos processos que solicita informação de diversas fontes, incluindo o modelo BIM criado pelos projetistas, a produtividade dos contratados, os dados de custo de material dos fornecedores. Atualmente, não é fácil integrar a informação necessária para a orçamentação. (NIKNAN; KARSHENAS, 2015).

Segundo Hartmann et al. (2012), os orçamentistas geralmente cumprem os seguintes passos: dividem o projeto em centros de custo, colocam preço com base no histórico da empresa ou cotações, calculam o preço total, adicionam lucro, despesas gerais e verbas de contingência. A principal vantagem do uso de BIM na orçamentação é para a quantificação. Monteiro e Martins (2013) afirmam que a extração de quantitativos em BIM é uma ferramenta para experts, e que alguns quantitativos não podem ser extraídos diretamente do modelo. Muitas vezes é mais conveniente criar modelos específicos para a extração de quantitativos, pois a adaptação do modelo para atender a extração de quantitativos pode interferir em outras ferramentas como a obtenção de esquemas e detecção de conflitos.

Durante as primeiras fases dos projetos de construção, acurácia e resposta sobre custo em tempo útil são críticos para tomada de decisão de projetos. Isso é particularmente desafiador para os orçamentistas, pois eles devem estimar o custo do edifício com precisão ainda quando o desenho está incompleto e evoluindo. (LAWRENCE ET AL., 2014). Quando o modelo BIM possui um nível de detalhe considerável, é possível automatizar grande parte dos quantitativos, embora seja difícil ter todos os desenhos e objetos em fases iniciais do projeto para fazer as estimativas. (CHO; SON; CHUN, 2011). Além disso, a riqueza de detalhe pode comprometer o modelo. A análise de custo-benefício é necessária. Estudos apontam que o uso de

LOD 300 é suficiente para atender as necessidades da extração de quantitativos. (MONTEIRO; MARTINS, 2013).

Para Lee, Kim e Yu (2014), o modelo BIM deve permitir extrair quantidades precisas de acordo com a divisão criada na estrutura da orçamentação. Cada atividade deve ter seu devido quantitativo. Além disso, as quantidades extraídas de um modelo BIM geralmente são na forma de dados tabulares de elementos de construção explicitamente modelados com valores de dimensão orientados para o produto. A intervenção humana ainda é necessária para manipular (por exemplo, filtrar e agrupar) esses dados tabulares para obter a quantidade compatível com a estrutura orçamentária do projeto. (LIU; LU; AL-HUSSEIN, 2016).

3.4.2 Softwares de orçamentação e quantificação em BIM

Os problemas dos softwares de orçamentação é que precisam de muitos detalhes logo nas fases iniciais do projeto. (LAWRENCE ET AL., 2014). Ferramentas de software como o Vico Office, Autodesk Quantity Takeoff, Autodesk Navisworks, etc., efetuam a extração de quantitativos de um modelo BIM 3D. Muitas dimensões das quantidades de componentes, como comprimento, largura, espessura, área e volume, podem ser estimadas pelas plataformas de software existentes. Uma vez que as quantidades são extraídas, também é importante certificar-se de que as quantidades estão nas unidades certas, uma vez que serão exportadas como base para a orçamentação. (LU; WON; CHENG, 2016). Para Monteiro e Martins, (2013), a importação IFC pode apresentar falhas e ocasionar perda de informação durante a operação. Isso ocasiona erros na extração de dados de quantitativos.

Os softwares Archicad, da Graphisoft, e Revit, da Autodesk, são os mais usados para elaborar modelos de arquitetura. O Revit tem menos poder de extração de quantitativos do que o Archicad. O Archicad tem o sistema mais avançado de extração e ainda não é possível extrair quantidades sem adaptar o modelo. (MONTEIRO; MARTINS, 2013). Wang et al. (2016) afirmam que muitas vezes é necessário o uso de parâmetros adicionais além dos parâmetros geométricos.

3.4.3 Subjetividade do orçamentista

Um dos maiores obstáculos para realizar o orçamento automático é a aquisição de informação da execução (exemplo: método de construção e equipamento), que é necessária para o orçamentista, mas geralmente não está incluído no desenho. Algumas pesquisas estabelecer uma abordagem para identificar e adquirir informação da construção de modo sistemático para facilitar a orçamentação baseada em BIM. (MA; LIU, 2014).

O processo de estimativa de custo incorpora uma grande parte de subjetividade, e o especialista geralmente usa uma planilha básica ou um sistema difícil de entender. Uma estimativa é a visão de um especialista de um custo futuro esperado. Especialistas no campo geralmente alcançam valores estimados através do uso de analogias e comparações. (XU ET AL., 2016)

Embora a ferramenta BIM possa automaticamente calcular as quantidades de material, ela não fornece informação sobre a forma de execução da atividade. Teoricamente, a informação necessária para gerenciar projetos de construção pode ser automaticamente obtida do BIM. Praticamente, no entanto, a informação que pode ser obtida do BIM permanecerá muito limitada a menos que o BIM contenha muita informação. Sendo assim, embora as ferramentas BIM sejam usadas para orçamentação, a intervenção da opinião subjetiva de um orçamentista sobre os apropriados itens de trabalho não pode ser evitada. (LEE; KIM; YU, 2014).

De acordo com Xu *et al.* (2016), há pouca investigação sobre o raciocínio cognitivo que um especialista implementa ao chegar a uma decisão ou as formas como isso pode ser associado às atividades de estimativa de custo. Esses raciocínios são pouco documentados. Como resultado, poucos estudos foram realizados no processo ou tentativas feitas para resumir o raciocínio por trás disso. A pesquisa no campo da engenharia de construção geralmente se concentra em recursos algorítmicos, porque as organizações geralmente estão mais à vontade com uma abordagem estatística do que com relação à entrada subjetiva individual.

Tentativas já foram feitas para automatizar o processo de estimativa de custos dentro do BIM e, por esse motivo, é necessária uma ampla investigação sobre soluções inteligentes para estimativa de custos. É vital que o modelo produzido tenha a capacidade de construir um grau de compreensão enquanto apoia a entrada individual. Embora o IFC seja o padrão mais comum de linguagem específica do campo dentro da indústria, não é capaz de representar um dos elementos cruciais da estimativa de custo: a natureza complicada do comportamento organizacional. existe

uma falha semântica entre software e organização de estimativa de custos. (XU ET AL., 2016).

O raciocínio semântico do software é a chave para melhorar o desempenho da modelagem BIM para a orçamentação. Para implementar semântica ao processo BIM, ontologias são utilizadas nas pesquisas para que os orçamentistas usem dados BIM mais facilmente, aumentando a gestão da construção baseada em BIM. (LEE; KIM; YU, 2014).

3.4.4 Ontologia e semântica

No contexto da ciência da computação, a ontologia é definida como “especificações formais explícitas dos termos no domínio e das relações entre eles”. Em outras palavras, uma ontologia é uma definição formal de tipos, propriedades e inter-relações de entidades de domínio, que fornece os vocabulários para descrever o conhecimento do domínio. (LIU; LU; AL-HUSSEIN, 2016). É importante frisar que os propósitos das ontologias no contexto dos artigos aderentes são de realização de raciocínio para outras aplicações na construção e orçamentação.

A maioria dos desenhos CAD tradicionais dependem da interpretação do usuário de formas geométricas primitivas construídas e não são marcados semanticamente com relacionamentos e rótulos. Isso é resultado de uma ausência de detalhes semânticos. De fato, o princípio do BIM foi construir modelos que utilizem imagens baseadas em objetos, para permitir que um ambiente seja detalhado semanticamente. (XU ET AL., 2016)

No entanto, o próprio modelo BIM é um banco de dados de informações centrado no produto, que é construído especificamente e carece de semântica de domínio, de modo que a extração de informações de quantidades orientada para a construção e para fins de planejamento de trabalho de construção continua sendo um desafio. (LIU; LU; AL-HUSSEIN, 2016).

Durante a leitura dos artigos aderentes foi observada a utilização de ontologias e semântica nas pesquisas, como é o caso da pesquisa de Abanda, Kamsu-Foguem e Tah (2017), que estrutura um método de medição padrão em um formato ontológico e legível por máquina para um software BIM, com a intenção de facilitar o processo e melhorar a falta de acurácia em orçamentos. Para garantir que esta ontologia é adequada aos propósitos, criou-se um protótipo que permite que um

item de custo para ser quantificado seja gerado espontaneamente, por meio da ontologia da web semântica e de algoritmo de cadeira direta.

Niknan e Karshenas (2015) discutem um novo método para orçamentação que usa tecnologia de WEB Semântica. A tecnologia fornece uma infraestrutura e um modelo de modelagem de dados que permite acessar, combinar e compartilhar informações através da Internet em um formato processável pela máquina.

A pesquisa de Lee, Kim e Yu (2014) propõe um processo de inferência ontológico para automatizar o processo de busca pelas atividades de construção mais apropriadas ao projeto. A abordagem ontológica proposta pode ajudar engenheiros a encontrar atividades com facilidade e consistência.

Xu et al. (2016) propõe o uso de uma estrutura para integrar sintaxe e semântica para ferramentas computacionais. A estrutura é baseada na crença que três componentes são necessários para uma consciência total do domínio que está sendo computadorizado: o tipo de informação que deve ser avaliado quanto à compatibilidade (sintaxe), a definição para o domínio de preços (semântica) e o ambiente de implementação preciso para os padrões considerados (pragmáticos). A utilidade do modelo é amplamente focada na semântica, que permite a precisão nos resultados produzidos e a funcionalidade do modelo.

3.4.5 Padronização

A falta de padronização na forma de orçamentação fomenta a subjetividade. Monteiro e Martins (2013) afirmam que como o orçamento é baseado na interpretação humana, está sujeito a erro. Há falta de padrão na forma de organizar os quantitativos. Para Abanda, Kamsu-Foguem e Tah (2017) também há falta de padrão nos softwares de orçamentação.

A heterogeneidade entre o projeto e os dados de custo, acompanhado de falta de interoperabilidade de software e padronização de dados de custo e práticas de orçamentação levam a lenta adoção de BIM nestas importantes atividades. (LAWRENCE ET AL., 2014).

É necessário ter cuidado com o quanto os orçamentistas impõem aos modeladores e projetistas. Se os orçamentistas dizem aos modeladores o que deve ser incluído no modelo BIM, eles poderiam potencialmente desencorajar os modeladores a trabalhar com eles. Portanto, é necessário estabelecer um padrão para

fornecer consistência e gerenciar o processo de maneira suficiente. (HARRISON E THURNELL, 2015).

3.4.6 Benefícios da implementação

Na pesquisa de Hartmann et al. (2012), a tentativa de alinhar a implementação BIM com os processos atuais da organização sem disrupção gerou maior colaboração entre os envolvidos. A colaboração permitiu customizar a implementação para atender as necessidades da empresa. O interesse dos envolvidos na melhoria do trabalho permitiu que o trabalho ocorresse com mais facilidade. No início houve negatividade, mas quando os resultados de melhoria surgiram, a positividade quanto a implementação BIM foi evidente. A rápida atualização dos dados de quantitativos obtidos do BIM assim que o cliente pede alteração do projeto foi uma das melhorias percebidas.

A possibilidade de melhorar o processo fez com que o orçamentista trabalhasse junto com o modelador para adequar o modelo a orçamentação. Os participantes afirmaram que os maiores benefícios até a data foram alcançados ao realizar o BIM em um ambiente colaborativo, em particular, quando o orçamentista está envolvido no início do processo de projeto. (HARRISON; THURNELL, 2015).

Resultados da pesquisa de Harrison e Thurnell (2015) sugerem que o BIM 5D tem inúmeros benefícios sobre os métodos tradicionais, principalmente através do aumento da eficiência e visualização que o BIM provê, junto com a rápida identificação das mudanças de projeto. No entanto, a realização desses benefícios percebidos é limitada, devido a muitas barreiras dificultando a implementação de BIM 5D: projetos incompletos e dados de modelos de objetos insuficientes no modelo BIM; falta de padrões para facilitar a medição eletrônica; questões legais e uma falta de suporte governamental. Aumentando a implementação de BIM 5D, em conjunto com o aumento de trabalho de projeto colaborativo através de entregas de projeto integradas, irão, no entanto, facilitar que esses benefícios sejam alcançados em muito maior extensão no futuro.

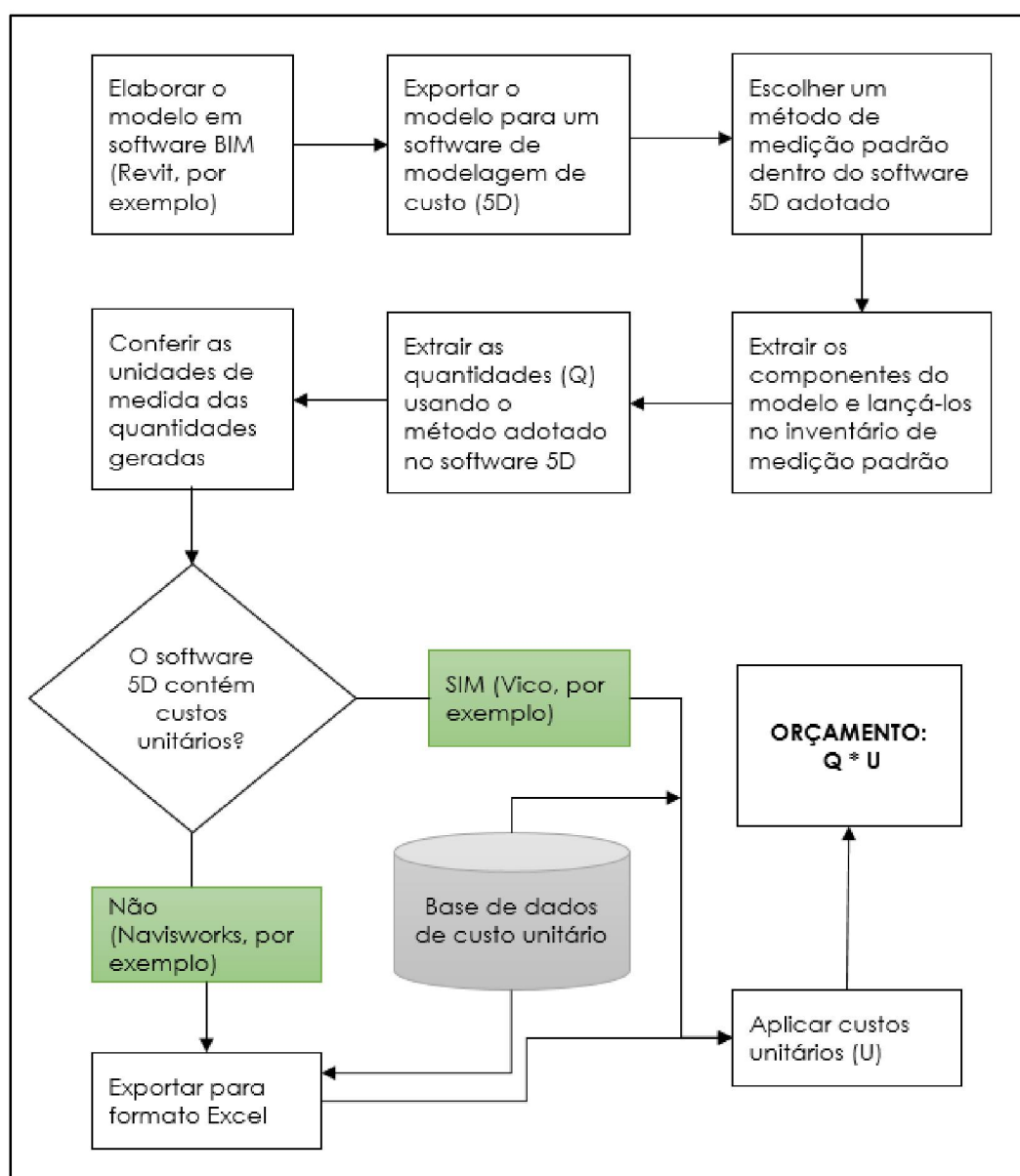
A medida que o uso do BIM aumenta, ocorrerá uma mudança cultural e o 5D BIM é visto como o caminho do futuro e será amplamente utilizado pelos pesquisadores de quantidade no setor de construção de Auckland para modelagem de custos. No entanto, é claro que será necessária uma colaboração interdisciplinar

crescente em projetos habilitados para o BIM, em conjunto com o uso mais generalizado da entrega integrada de projetos, para alcançar o pleno potencial do 5D BIM. (HARRISON; THURNELL, 2015).

3.4.7 O processo de extração de quantitativo através do BIM

A figura a seguir descreve o processo de orçamentação através de um software BIM.

FIGURA 9 - PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO EM BIM



Fonte: Adaptado de Abanda, Kamsu-Foguem e Tah (2017)

3.4.8 Validação

O conteúdo informativo de um modelo paramétrico deve ser validado para garantir resultados confiáveis. Como consequência, a validação dos modelos paramétricos deve ser um esforço conjunto feito pelos modeladores e pelo cliente para melhorar a qualidade das soluções do projeto, sua consistência com as necessidades do cliente e seu suporte à análise de custos e à fase de construção. (CIRIBINI; VENTURA; BOLPAGNI, 2014).

Verificar a precisão da modelagem tridimensional é crucial. Por exemplo, na fase de extração de quantitativos um erro (não tão infrequente) na modelagem de dois pisos sobrepostos pode levar à dupla contagem dos materiais utilizados. (CIRIBINI; VENTURA; BOLPAGNI, 2014).

4 ESTUDO EMPÍRICO

Neste capítulo será descrito com detalhes o processo do estudo empírico. Além da descrição das empresas e pessoas envolvidas, do empreendimento e das atividades a serem desenvolvidas, serão avaliados os resultados obtidos neste estudo que forem pertinentes ao tema da pesquisa. O nome das empresas e do empreendimento não serão revelados por opção dos envolvidos e da autora da pesquisa. Foram utilizadas letras para identificá-los (empresa S, empresa C, empreendimento X).

Resumidamente os resultados do estudo empírico são dois conjuntos de quantitativos das mesmas atividades da planilha orçamentária, porém obtidos de formas diferentes (processo BIM *versus* processo tradicional). Após apresentação dos resultados foram feitas análises relativas a semelhança dos dados, forma de apresentação das informações e facilidade para alteração dos dados de acordo com as alterações no projeto.

4.1 DESCRIÇÃO E RELAÇÃO DAS EMPRESAS E PESSOAS ENVOLVIDAS

A empresa S, escolhida para o estudo empírico é uma construtora localizada na cidade de Curitiba, Paraná. A empresa possui administração familiar, e cerca de 10 funcionários. A mão de obra das atividades operacionais da obra é totalmente terceirizada. Nos canteiros de obras existem funcionários contratados que são dois mestres de obras, encarregado, operador de elevador de cremalheira e mini carregadeira e almoxarife. Na parte administrativa existem cinco funcionários. Além disso, existem três sócios-diretores. Um deles é o diretor técnico e engenheiro da obra.

Esta empresa S foi escolhida pois a autora prestou serviços relacionados a planejamento de obras e orçamentação para a mesma. O atual processo de orçamentação e a estrutura da planilha orçamentária foram estabelecidos através da necessidade de utilizar o orçamento também na fase de elaboração de cronograma físico-financeiro e controle de custos. Hoje, de acordo com o diretor técnico, a estrutura orçamentária reflete a forma como são feitas grande parte das aquisições de material e da contratação da mão de obra e equipamentos. Portanto trata-se de um processo bem definido e funcional para a realidade da empresa. Todavia é

interessante agregar inovação, como as que podem ser fornecidas através da modelagem BIM.

A orçamentação do projeto a ser estudado é de responsabilidade da autora desta pesquisa. A modelagem BIM do projeto é de responsabilidade da empresa C. A empresa C é especializada no uso de tecnologia e processos BIM. Além da execução do modelo de arquitetura do projeto, a empresa C foi contratada para a coordenação e compatibilização dos projetos estrutural e de todos os projetos complementares. No escopo do trabalho da empresa C também está o fornecimento dos quantitativos diretamente do modelo a ser elaborado. Assim, a empresa será orientada pela orçamentista (e autora da pesquisa) quanto a forma com que os dados devem ser modelados para que os quantitativos estejam de acordo com a estrutura orçamentária do projeto.

A criação do projeto arquitetônico não é de autoria da empresa C. O projeto arquitetônico foi criado a partir de diretrizes fornecidas pela empresa S e de autoria de uma arquiteta parceira da empresa S. A arquiteta responsável pelo projeto fornecerá o projeto arquitetônico legal e executivo, porém não fará o trabalho de modelagem em software BIM. Fornecerá o projeto executivo em plantas do tipo DWG (elaboradas no AutoCAD) e PDF. Este também é um dos motivos para a contratação da empresa C, pois há necessidade de modelar o projeto arquitetônico, além da compatibilização dentre todas as disciplinas de projeto.

Devido a agilidade proporcionada pela modelagem BIM, a empresa C age em conjunto com a arquiteta da fase de concepção do projeto. As primeiras elevações e perspectivas do empreendimento foram exibidas através da modelagem BIM, e não dos projetos em CAD. Este é um dos primeiros benefícios observados pela contratação da empresa C. A visualização tridimensional do projeto contribui para a tomada de decisão para definição de acabamentos de fachada, paisagismo, detalhes arquitetônicos, etc.

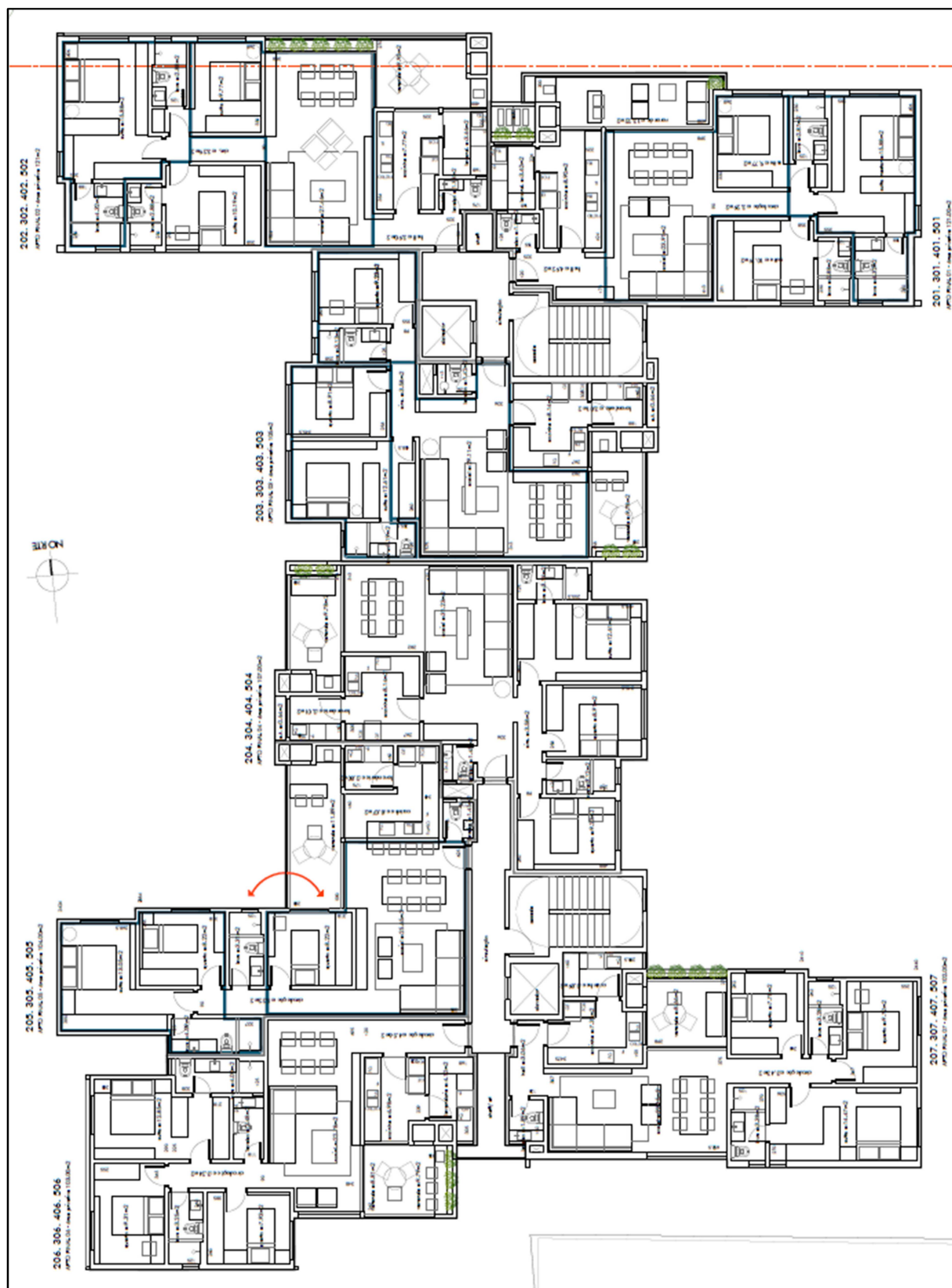
4.2 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O estudo será desenvolvido com base no projeto do empreendimento X. Este empreendimento será executado no bairro Alto da XV, em Curitiba. A área construída é de 7.231,86 m². O empreendimento é composto por uma torre residencial (02

blocos), contendo dois subsolos, pavimento térreo e mais seis pavimentos acima do térreo. Totalizando 35 apartamentos e 75 vagas de garagem.

A planta do pavimento tipo e vista 3D do empreendimento X podem ser vistos nas figuras a seguir.

FIGURA 10 - PLANTA DO PAVIMENTO TIPO



Fonte: Projeto arquitetônico do empreendimento X (2018)

FIGURA 11 - VISTA 3D DO MODELO



Fonte: Modelo BIM de arquitetura elaborado pela empresa C (2018)

4.3 DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS NO ESTUDO EMPÍRICO

Aqui serão descritas, de modo mais detalhado, as atividades elaboradas no estudo empírico. A primeira delas (ver 4.3.1) é o processo orçamentário tradicional, que envolve a quantificação das atividades e a determinação dos custos unitários de cada atividade. A segunda atividade (ver 4.3.2) é a orientação dada pela orçamentista à empresa C, responsável pela modelagem, para a obtenção de um modelo que forneça quantitativos de acordo com a planilha orçamentária do projeto. A terceira atividade (ver 4.3.3) é a descrição do processo de orçamentação em BIM, realizado pela empresa C.

4.3.1 Processo orçamentário tradicional

a) análise das atividades da planilha orçamentária de acordo com o projeto

O processo orçamentário tradicional inicia a partir da entrega do estudo preliminar ou projeto arquitetônico básico. A planilha orçamentária a ser utilizada como base é a do último empreendimento que foi orçado para a empresa. A orçamentista verifica o projeto fornecido e atualiza a planilha orçamentária, removendo ou inserindo atividades de acordo com o novo projeto e respectiva EAP. Neste estudo empírico, a lista de atividades da planilha orçamentária e a EAP são iguais.

Feito isso, tem-se a planilha orçamentária do empreendimento. A lista das categorias de atividades da planilha orçamentária empreendimento X pode ser visualizada no quadro a seguir. Dentro de cada categoria existem as atividades a serem quantificadas e orçadas de acordo com os preços unitários.

QUADRO 4 - CATEGORIAS DE ATIVIDADES DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA
continua

CÓDIGO	CATEGORIA DA ATIVIDADE
1.0	PROJETOS, CONSULTORIA E SEGUROS
2.0	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS
3.0	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO
4.0	EQUIPAMENTOS ALUGADOS E FERRAMENTAS
5.0	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA
6.0	LIMPEZA
7.0	TRANSPORTES
8.0	MOVIMENTO DE TERRA
9.0	ENSAIOS E CONTROLES
10.0	CONTENÇÃO E FUNDAÇÃO
10.1	Contenção
10.2	Fundação
11.0	ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO
12.0	PAREDES, COBERTURA E CHURRASQUEIRAS
12.1	Paredes
12.2	Cobertura
12.3	Churrasqueira
13.0	IMPERMEABILIZAÇÃO
14.0	CONTRAPISO E EMBOÇO - INTERNO E EXTERNO
15.0	PINTURA E TEXTURA
16.0	REVESTIMENTOS PISO, PAREDE, TETO
17.0	GRANITO
18.0	ESQUADRIA DE MADEIRA, ALUMÍNIO E VIDROS
19.0	ESQUADRIAS DE FERRO E ITENS METÁLICOS EM GERAL
20.0	INSTALAÇÕES DE INFRAESTRUTURA

QUADRO 4 - CATEGORIAS DE ATIVIDADES DA PLANILHA ORÇAMENTÁRIA
conclusão

CÓDIGO	CATEGORIA DA ATIVIDADE
21.0	EQUIPAMENTOS
22.0	ITENS DE ACABAMENTO
23.0	DECORAÇÃO
24.0	COMPLEMENTAÇÃO E MANUTENÇÃO

Fonte: A autora (2018)

O quadro a seguir lista todas as atividades pertencentes às categorias de contenção, fundação e estrutura de concreto armado. De maneira semelhante isso ocorre dentro de todas as categorias listadas no quadro anterior.

QUADRO 5 - GRUPO DE ATIVIDADES DA CONTENÇÃO, FUNDAÇÃO E ESTRUTURA

CÓDIGO	CATEGORIA E ATIVIDADE
10.0	CONTENÇÃO E FUNDAÇÃO
10.1	CONTENÇÃO
10.1.1	Contenção: furação estaca + mobilização
10.1.2	Contenção: concreto estaca + bombeamento
10.1.3	Contenção: aço estaca
10.1.4	Tirantes + protensão + máquina + mobilização
10.1.5	Concreto vigas coroamento/solidarização + bombeamento
10.1.6	Aço vigas coroamento/solidarização
10.1.7	Formas vigas coroamento/solidarização
10.2	FUNDAÇÃO
10.2.1	Fundação: furação estaca + mobilização
10.2.2	Fundação: concreto estaca + bombeamento
10.2.3	Fundação: aço estaca
10.2.4	Concreto blocos e vigas baldrame + bombeamento
10.2.5	Aço blocos e vigas baldrame
10.2.6	Forma blocos e vigas baldrame
11.0	ESTRUTURA CONCRETO ARMADO
11.1	Aço: estrutura
11.2	Concreto: estrutura
11.3	Nivelamento de lajes
11.4	Escoramento
11.5	Forma e desforma

Fonte: A autora (2018)

b) elaboração do pré-orçamento

Definida a estrutura orçamentária, que não sofreu grandes alterações, inicia-se o processo de determinação do pré-orçamento.

Nesta fase precisa estar definido o prazo de execução. Para o empreendimento foi definido um prazo inicial de 27 meses.

As quantidades do pré-orçamento serão proporcionais aos do último empreendimento orçado, utilizando a proporção entre a área construída do empreendimento antigo e do novo empreendimento. Uma vez que o empreendimento anterior já foi totalmente quantificado, é possível estabelecer uma aproximação para a quantidade estimada com base na proporção entre a área construída do empreendimento anterior e a área construída do novo empreendimento, visto que as obras possuem padrão semelhante.

Com o pré-orçamento definido, é feita uma apresentação deste para a empresa S.

Após o pré-orçamento inicia-se a fase de orçamento. As quantidades serão verificadas de acordo com as informações disponíveis.

c) quantitativos do orçamento

Os quantitativos do orçamento podem ser classificados de acordo com a maneira de obter os dados das quantidades. Neste caso, e para todos os empreendimentos da empresa S, as atividades orçadas podem ser agrupadas nas seguintes categorias:

- Atividades a serem quantificadas através do projeto arquitetônico - QUADRO 6;
- Atividades “não quantificáveis”. Determinadas de forma prática, automática ou através de índices – QUADRO 7;
- Atividades quantificadas de acordo com a duração no cronograma físico-financeiro – QUADRO 8;
- Atividades a serem quantificadas através de outros projetos, ou estimativas fornecidas pelos projetistas responsáveis – QUADRO 9.

Após receber o Projeto Arquitetônico é possível iniciar a quantificação das atividades do orçamento. As atividades a serem quantificadas pelo projeto arquitetônico estão descritas no quadro a seguir. Os resultados dos quantitativos

destas atividades obtidos através do processo tradicional serão descritos na seção 4.4.

QUADRO 6 - ATIVIDADES A SEREM QUANTIFICADAS ATRAVÉS DO PROJETO ARQUITETÔNICO

continua

CÓD.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE CONFORME PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	UNIDADE
3.2	Tela de fachada	m ²
4.1	Balancins e andaimes	m ²
6.4	Limpeza permanente da obra - apartamentos e área comum	m ²
8.5	Aterro com rachão/saibro	m ³
12.1.1	Alvenaria geral, platibandas, chaminés, dutos, guarda-corpo	m ²
12.1.3	Muros (subsolos e implantação)	m ²
12.1.4	Paredes em drywall ou placa cimentícia (shafts)	m ²
12.2.1	Cobertura com telhas + estrutura de madeira	m ²
12.3.1	Churrasqueira: alvenaria + dutos, tijolo refratário e registros	cj
13.1	Cristalização	m ²
13.2	Manta e proteção mecânica	m ²
14.1	Contrapiso interno	m ²
14.2	Contrapiso externo	m ²
14.4	Emboço interno	m ²
14.5	Emboço externo fachada e implantação (exceto muros). Inclui toda a parte de cobertura e área técnica + muros terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	m ²
14.6	Emboço muros	m ²
15.1	Pintura interna	m ²
15.2	Pintura subsolos: tubulação, vagas, faixas	m
15.3	Pintura subsolos: parede, pilares e teto	m ²
15.4	Textura rolada externa: muros térreos	m ²
15.5	Textura rolada interna: escadaria e área técnica	m ²
15.6	Textura em argamassa projetada fachada e implantação (exceto muros). Inclui toda a parte de cobertura e área técnica + muros terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	m ²
15.7	Pintura piso: escadaria e área técnica	m ²
16.1	Forro drywall	m ²
16.2	Porcelanato piso	m ²
16.3	Cerâmica piso	m ²
16.4	Cerâmica parede	m ²
16.5	Litocerâmica e porcelanato fachada e implantação	m ²
16.6	Piso laminado e piso vinílico	m ²
16.7	Rodapé de cerâmica ou porcelanato	m
16.8	Rodapé de madeira	m
17.1	Bancada de granito + acessórios	m ²
17.3	Granito piso/pórtico elevadores e escadas	m ²
17.4	Soleiras	m
18.1	Portas de madeira	m ²
18.3	Esquadrias de alumínio + vidros	m ²

QUADRO 6 - ATIVIDADES A SEREM QUANTIFICADAS ATRAVÉS DO PROJETO ARQUITETÔNICO

CÓD.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE CONFORME PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	conclusão
		UNIDADE
18.4	Guarda corpo com corrimão - externo (sacada, laje técnica e térreo)	m ²
18.5	Guarda corpo com corrimão - interno (duplex e mezanino)	m ²
18.6	Esquadria e vidro para janela especial guarita	m ²
18.7	Brisas metálicos em fachada	m ²
19.1	Porta corta-fogo	cj
19.2	Janela de aço escadaria	m ²
19.4	Corrimão metálico simples (escadas de incêndio)	m
19.5	Portão de veículos	m ²
19.6	Gradil frontal com portão de pedestres e ventilação frontal subsolo 1	m ²
20.6	Instalações de ar condicionado	pontos
21.1	Elevadores principais	cj
21.2	Elevador cobertura duplex (quantidades planilhadas, porém no orçamento é um pacote de uma verba)	verba
21.3	Automação: interfone, telefone, motores portões	cj
21.6	Aquecedor de passagem	cj
22.1	Louças (quantidades planilhadas, porém no orçamento é um pacote de uma verba)	verba
22.2	Metais (quantidades planilhadas, porém no orçamento é um pacote de uma verba)	verba
22.3	Cubas inox	cj
23.1	Paisagismo	m ²
23.2	Móveis e marcenaria	m ²
24.1	Piso de concreto subsolo e rampas	m ²
24.2	Calçadas e meio-fio	m ²

Fonte: A autora (2018)

Existem atividades que podem ser categorizadas em “não quantificáveis”, pois são quantificadas de forma automática e rápida, de acordo com a área construída do empreendimento, ou de acordo com índices e verbas definidas para empreendimentos anteriores e que continuam adequadas para a nova orçamentação. Enquadradas nesta categoria também existem atividades que são quantificadas através de índices ou taxas. Por exemplo, a quantidade de aço, concreto e formas das vigas da contenção. O quadro a seguir descreve as atividades que são apontadas como “não quantificáveis”, bem como a forma como são obtidas as quantidades.

QUADRO 7 - ATIVIDADES "NÃO QUANTIFICÁVEIS"

CÓD.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	UNID.	continua
			FORMA DE OBTENÇÃO DA QUANTIDADE
1.1	Projeto arquitetônico	m ²	Área construída
1.2	Projetos complementares	m ²	Área construída

QUADRO 7 - ATIVIDADES "NÃO QUANTIFICÁVEIS"

continua

CÓD.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	UNID.	FORMA DE OBTENÇÃO DA QUANTIDADE
1.3	Consultoria e serviços de engenharia	m ²	Área construída
1.4	Seguro de risco de engenharia	m ²	Área construída
1.5	Ministério do trabalho e emprego	m ²	Área construída
2.2	Tapumes	m ²	Área construída
2.3	Sinalização no canteiro e extintores	m ²	Área construída
2.4	Instalações e equipamentos do canteiro	m ²	Quantificado - mas igual empreendimento anterior (200 m ²)
2.5	Ligações provisórias canteiro (hidráulica, elétrica, etc.)	m ²	Quantificado - mas igual empreendimento anterior (200 m ²)
2.6	Locação obra + serviços topografia	m ²	Área construída
3.1	Segurança do trabalho: guarda corpos, proteções, bandeirão, linhas de vida + 2 funcionários por dia	m ²	Área construída
3.3	PCMAT	vb	Verba
6.1	PGRCC	vb	Verba
6.5	Limpeza permanente da obra - fachada	m ²	Área de emboço externo (atividade 14.5) com área de esquadrias inclusa
6.6	Retirada de resíduos classe A, B, C, D	vb	Verba
8.1	Limpeza inicial do terreno e demolição	vb	Verba
8.3	Bota-fora material fundação e contenção	m ³	Soma de volume de concreto da contenção e fundação x 1,4 (fator de empolamento)
9.1	Concreto: controle tecnológico, moldagens, ensaios	m ³	Soma de volume de concreto da contenção, fundação, estrutura e piso de subsolos.
9.2	Ensaio de argamassa/arrancamento	vb	Verba
9.3	Ensaio de continuidade/aterramento	vb	Verba
9.4	Ensaio para estacas da fundação	vb	Verba
9.5	Ensaio para norma de desempenho	vb	Verba
10.1.5	Concreto vigas coroamento/solidarização + bombeamento	m ³	Índice: comprimento da contenção x 0,7 = volume estimado vigas de coroamento/solidarização
10.1.6	Aço vigas coroamento/solidarização	kg	Índice: volume de concreto vigas contenção (10.1.5) x 211 = peso estimado aço
10.1.7	Formas vigas coroamento/solidarização	m ²	Índice: volume de concreto vigas contenção x 4 = área estimada de formas
10.2.4	Concreto blocos e vigas baldrame + bombeamento	m ³	Índice: área do terreno x 0,23 = volume estimado fundação
10.2.5	Aço blocos e vigas baldrame	kg	Índice: volume de concreto blocos e vigas baldrame x 120 = peso estimado de aço
10.2.6	Forma blocos e vigas baldrame	m ²	Índice: volume de concreto blocos e vigas baldrame x 3 = área estimada de formas
11.3	Nivelamento de lajes	m ²	Área construída

QUADRO 7 - ATIVIDADES "NÃO QUANTIFICÁVEIS"

conclusão

CÓD.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	UNID.	FORMA DE OBTENÇÃO DA QUANTIDADE
12.1.2	Vergas e pilaretes para alvenarias	m	Índice: área de alvenaria x 0,12 = Comprimento estimado de vergas/pilaretes
12.2.2	Calhas e rufos para cobertura e muros	m ²	Mesma área do item 12.2.1 (Coberturas com telhas + estrutura de madeira)
14.7	Preparação do poço do elevador	vb	Idem número de elevadores
17.2	Acabamento de granito em churrasqueira	cj	Idem 12.3.1 (churrasqueiras)
18.2	Ferragens para portas de madeira	m ²	Idem área de portas (item 18.1)
19.3	Alçapão, escada marinho, grelhas de rampa	vb	Verba
20.1	Instalações elétricas + infra telefônica, interfone, portões, CFTV, aterramento, painel fotovoltaico	m ²	Área construída
20.2	Fios e quadros	m ²	Área construída
20.3	Instalações hidráulicas (inclui infra piscina)	m ²	Área construída
20.4	Ligação da obra à rede de água pluvial, água, esgoto, gás, luz	m	Quantificado - mas igual empreendimento anterior
20.5	Instalações de gás	m ²	Área construída
20.7	Drenagem vertical e horizontal	m ²	Idem 24.1 (Piso de concreto subsolo e rampas)
21.4	CFTV	vb	Verba
21.5	Equipamentos de Incêndio	m ²	Área construída
21.7	Bombas definitivas (exceto piscina)	vb	Verba
21.8	Equipamentos para piscina	vb	Verba
22.4	Tomadas e interruptores	m ²	Área construída
22.5	Iluminação e sensores	vb	Verba
23.3	Artefatos de madeira (bancos, pergolados)	m ²	Área construída
23.4	Equipamentos da academia	vb	Verba
23.5	Decoração de ambientes	vb	Verba
23.6	Placas área comum e unidades	vb	Verba
23.7	Eletrodomésticos	vb	Verba
23.8	Playground, brinquedoteca e office: equipamentos	vb	Verba
24.3	Funcionários de diária - serviços diversos e retrabalho	vb	Verba

Fonte: A autora (2018)

Outra categoria são as atividades quantificadas de acordo com a duração destas no cronograma físico-financeiro. O custo das atividades é determinado em função do histórico de custos da empresa. As atividades quantificadas por duração estão definidas no quadro a seguir.

QUADRO 8 - ATIVIDADES QUANTIFICADAS DE ACORDO COM A DURAÇÃO NO CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO (UNIDADE = MÊS)

CÓD.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE CONFORME PLANILHA ORÇAMENTÁRIA
2.1	Locação containers e banheiros
4.2	Aluguel de equipamentos diversos (marteleto, bomba, etc...)
4.3	Compras de ferramentas, EPI's, equipamentos + caixa obra
4.4	Elevador de Cremalheira: aluguel e manutenção
4.5	Guinchos: compra, aluguel e manutenção
4.6	Equipamentos danificados: cubetas quebradas, escoras danificadas, bombas queimadas, etc.
5.1	Equipe de obra: 83% 1 eng., 1,5 mestres, 1 almox., 1 téc. seg, 2 op.
5.2	Material de escritório
5.3	Consumo água, luz, telefone, internet
5.4	Plotagens
5.5	Vigilância de obra / alarme monitorado
6.2	Limpeza semanal de obra e materiais de limpeza (faxina)
6.3	Limpeza do canteiro + frente obra (empreiteiros)
7.1	Fretes e munck - diversos (não pertence a outros itens)
7.2	Ajudantes de transporte, carga e descarga
7.3	Testada de obra para carga e descarga
8.4	Aluguel de máquinas de movimento de terra

Fonte: A autora (2018)

A última categoria a ser descrita são as atividades que não podem ser quantificadas pelo apenas pelo projeto arquitetônico, e possuem custos representativos no orçamento. Neste caso, os projetistas responsáveis pelos projetos de terraplenagem, estrutura, contenção e fundação podem fornecer quantitativos estimados para estas atividades, quando não existir projeto executivo.

QUADRO 9 - ATIVIDADES A SEREM QUANTIFICADAS ATRAVÉS DE OUTROS PROJETOS OU ESTIMATIVAS FORNECIDAS PELOS PROJETISTAS RESPONSÁVEIS

continua

CÓD.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE CONFORME PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	OBSERVAÇÃO SOBRE A FONTE DO QUANTITATIVO
8.2	Escavação terreno + transporte de terra	Projeto de terraplenagem
10.1.1	Contenção: furação estaca + mobilização	Projeto de contenção (estacas)
10.1.2	Contenção: concreto estaca + bombeamento	Projeto de contenção (estacas)
10.1.3	Contenção: aço estaca	Projeto de contenção (estacas)
10.1.4	Tirantes + protensão + máquina + mobilização	Projeto de contenção (tirantes)

QUADRO 9 - ATIVIDADES A SEREM QUANTIFICADAS ATRAVÉS DE OUTROS PROJETOS OU ESTIMATIVAS FORNECIDAS PELOS PROJETISTAS RESPONSÁVEIS

CÓD.	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE CONFORME PLANILHA ORÇAMENTÁRIA	OBSERVAÇÃO SOBRE A FONTE DO QUANTITATIVO
10.2.1	Fundação: furação estaca + mobilização	Estimativa enviada pelo projetista
10.2.2	Fundação: concreto estaca + bombeamento	Estimativa enviada pelo projetista
10.2.3	Fundação: aço estaca	Estimativa enviada pelo projetista
11.1	Aço estrutura	Estimativa enviada pelo projetista
11.2	Concreto estrutura	Estimativa enviada pelo projetista
11.4	Escoramento	Estimativa enviada pelo projetista
11.5	Formas	Estimativa enviada pelo projetista

Fonte: A autora (2018)

d) custos unitários do orçamento (mão de obra e material)

Os custos unitários dos itens mais representativos do orçamento (itens “A” na curva ABC de atividades) podem ser melhor definidos a partir de cotações de possíveis fornecedores para o empreendimento. Outra forma de definir preços é visualizar o total pago naquela atividade em empreendimentos anteriores, corrigindo o custo pelo CUB ou inflação do período, caso não seja possível obtenção de cotações.

e) cronogramas físico-financeiro e cronograma de insumos

Após definição de quantitativos e custos unitários das atividades, o custo total da obra está determinado. O cronograma físico-financeiro será elaborado seguindo a mesma estrutura orçamentária do projeto. O cronograma de insumos, que fornece as datas de cotação e definição dos fornecedores de mão de obra e de material, será elaborado a partir do cronograma físico-financeiro, considerando, para cada atividade, o prazo necessário para início de cotação e definição do contrato.

A título de exemplo de prazos do cronograma de insumos, tem-se:

- Os elevadores, que devem ser comprados mais de um ano antes de serem entregues;
- Cerâmicas e porcelanatos devem ser comprados cerca de 6 meses da data de entrega;

- Louças e metais devem ser comprados cerca de 3 meses antes da data de entrega.

Cada insumo tem seu prazo de negociação, por isso existe a necessidade do cronograma de insumos, além do cronograma físico-financeiro. Este cronograma de insumos é uma ferramenta fundamental para o processo de compras e contratações da empresa S.

4.3.2 Orientação para a modelagem BIM do projeto arquitetônico

Em uma reunião de aproximadamente uma hora e meia a autora foi até a sede da empresa C para falar com a coordenadora da modelagem BIM do empreendimento X. Conforme contrato, a empresa C deve fornecer os quantitativos conforme planilha orçamentária da empresa S, além de modelar o projeto arquitetônico e coordenar o processo de projeto e modelagem de outras disciplinas (estrutural, hidráulico, elétrico, gás, ar condicionado, etc.).

As dúvidas levantadas pela empresa C foram quanto à interpretação da estrutura orçamentária. Foi necessário explicar a forma com que deveriam ser modeladas algumas atividades para que os quantitativos obtidos estivessem de acordo com a estrutura do orçamento. As primeiras dúvidas foram relacionadas a alvenaria, muros, contrapiso interno e externo, preparação do poço do elevador, verbas e quantidades determinadas por mês, como é o caso de equipamentos alugados e a atividade referente ao custo da equipe de obra, que envolve o salário e encargos do engenheiro de obra, mestre de obras, almoxarife, técnico de segurança e encarregados.

Após esclarecer estas dúvidas, a empresa C recebeu da arquiteta o projeto em formato DWG do estudo preliminar e iniciou a modelagem do projeto arquitetônico com base nas informações do projeto e também de informações fornecidas por e-mail e por telefone, uma vez que o projeto não continha todos os detalhes de acabamentos de fachada e tipos de revestimento de piso (cerâmica ou laminado).

a) primeira versão do modelo BIM de arquitetura

Passados seis dias da reunião com a empresa C para esclarecimento das dúvidas da planilha orçamentária, foi realizada uma reunião com os envolvidos (arquiteta, orçamentista/autora, diretores da empresa S, coordenadora BIM, orçamentista da empresa C e modeladora BIM). Na reunião foi apresentada a primeira versão do modelo BIM e primeira lista de quantitativos obtidos do modelo.

O fato mais relevante da reunião foi a visualização 3D do modelo por parte dos envolvidos. Não havia imagens, perspectivas, cortes e elevações no projeto arquitetônico fornecido pela arquiteta. Com a visão em 3D, foi possível verificar detalhes da fachada, floreiras e tipos de revestimento, bem como ter noção dos espaços da área comum e coberturas, quantidade de vidros e esquadrias e detalhes arquitetônicos de difícil visualização através do projeto em DWG.

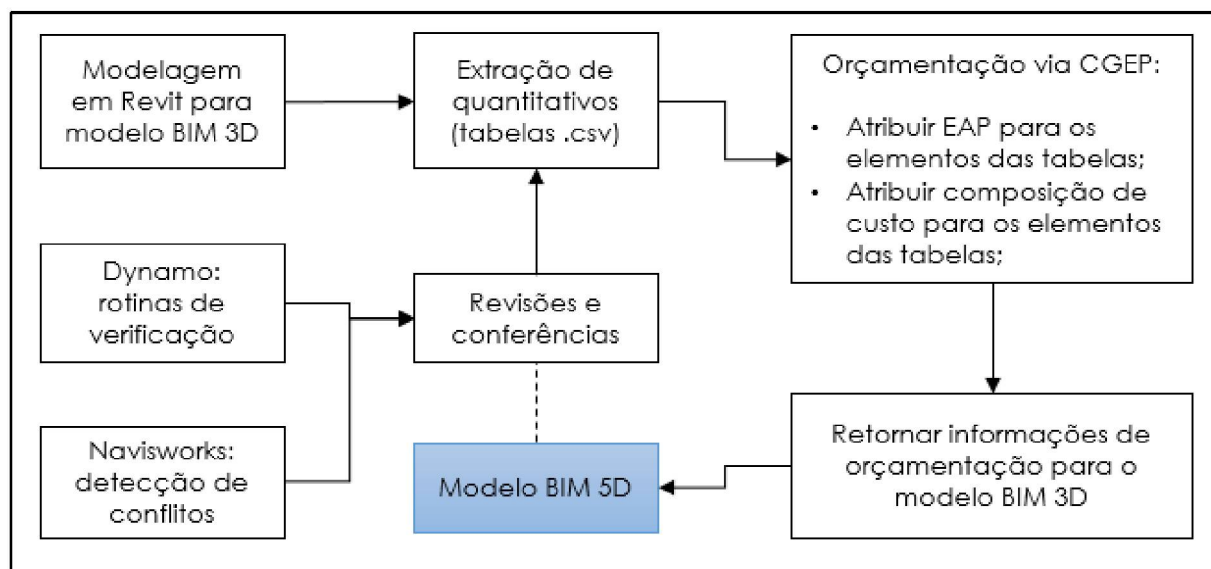
O processo orçamentário da empresa C e a forma de obtenção dos quantitativos em BIM serão descritos a seguir.

4.3.3 Processo orçamentário em BIM

A empresa C utiliza um software programado em linguagem PHP (*Personal Home Page*) para efetuar a gestão do projeto e a orçamentação. A linguagem PHP é uma linguagem de programação adequada para gerar e desenvolver conteúdo na *World Wide Web* (ou WEB). O software chama-se CGEP. Até o momento não há comercialização do software para outras empresas que utilizam processos BIM.

Cada usuário tem acesso ao CGEP através de um login e senha. As informações ficam na nuvem, disponíveis para os usuários de acordo com as permissões concedidas para cada um. Apenas o gerente de custo pode manipular os dados de orçamentos, por exemplo. Outros usuários podem apenas visualizar a informação. A figura a seguir sintetiza o processo de orçamentação BIM 5D da empresa C.

FIGURA 12 - PROCESSO BIM 5D DA EMPRESA C



Fonte: A autora (2018)

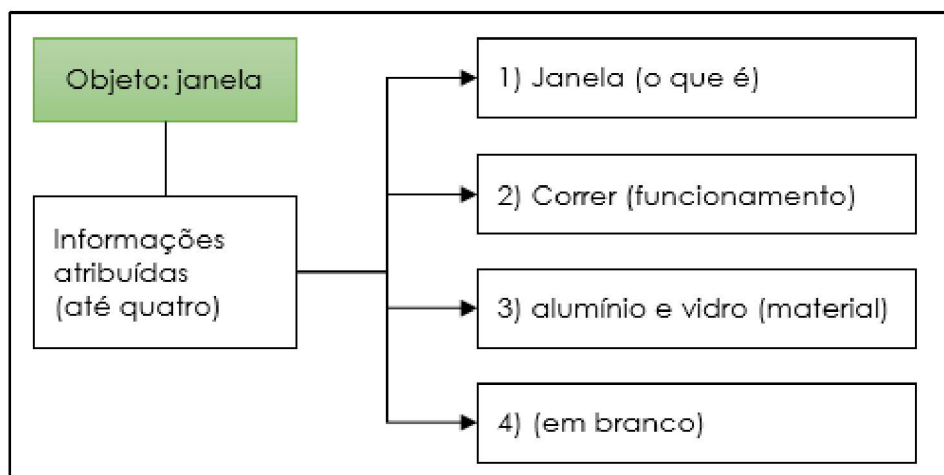
a) modelagem 3D do projeto através do Revit

A forma de modelar e gerar informação dentro do Revit é um processo padronizado na empresa C. A característica principal é que, durante a modelagem, todo elemento criado pode receber até quatro informações para descrevê-lo. Isso é feito para que, quando a tabela de quantitativos extraída do Revit é visualizada, não há necessidade de consultar o modelo para identificar o que é cada elemento descrito na tabela de quantitativo. Apenas lendo as informações que foram atribuídas, será possível identificar o elemento e, então, vincular uma composição de custo e classificá-lo de acordo com a estrutura orçamentária do projeto (no caso, o projeto é o empreendimento X).

Ou seja, a orçamentação é feita em um ambiente fora do modelo, usando as informações extraídas do modelo. No entanto, deve haver informação suficiente para que não seja necessário recorrer ao modelo a cada tomada de decisão no processo orçamentário.

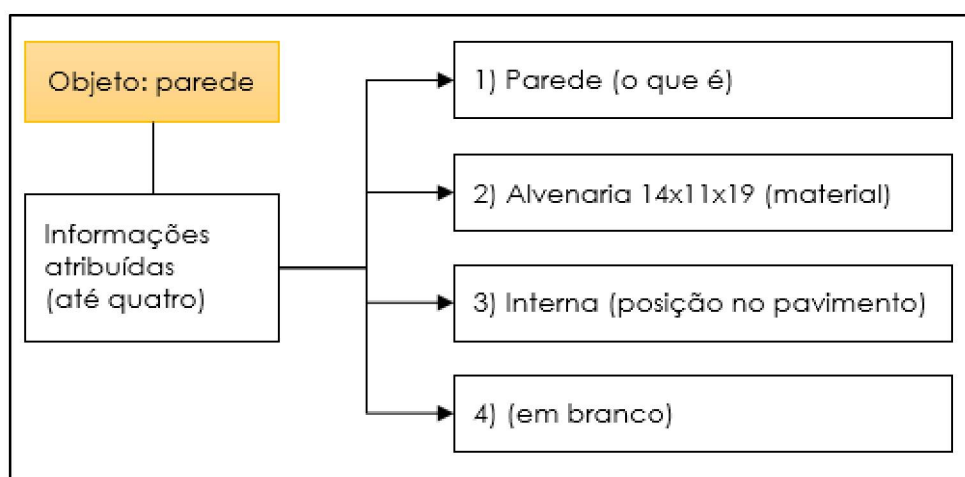
A seguir serão ilustrados dois exemplos de objetos (parede e janela) que foram modelados e suas características que foram atribuídas pelo modelador.

FIGURA 13 - EXEMPLO DE OBJETO MODELADO: JANELA



Fonte: A autora (2018)

FIGURA 14 - EXEMPLO DE OBJETO MODELADO: PAREDE



Fonte: A autora (2018)

b) extração de quantitativos – tabelas formato CSV

A extração de tabela de quantitativos é realizada por categoria de elemento. O CGEP consegue ler tabelas em formato CSV (*Comma-Separated Values*). CVS é um formato de arquivo que armazena dados tabelados. O Microsoft Excel lê este formato de arquivo. Portanto, este é o formato adotado para as tabelas a serem extraídas do Revit.

Alguns exemplos de tabelas extraídas do modelo:

- tabela de quantitativo de pisos;
- tabela de quantitativo de paredes;

- tabela de quantitativo de forros;
- tabela de quantitativo de fundações;
- tabela de quantitativo de estruturas (pilar, viga, laje).

Quando uma tabela extraída do modelo elaborado no Revit é aberta, é possível visualizar a quantidade e unidade de medida do elemento, as características atribuídas, o pavimento onde se encontra e o *elementID*. O *elementID* é um código único que o Revit gera para cada elemento modelado. Este código nunca se repete dentro do mesmo modelo.

A figura a seguir ilustra o formato da tabela de quantitativos extraída do modelo.

c) orçamentação via CGEP (fora do Revit)

Além das informações da tabela que já vêm do Revit, existem sempre cinco colunas em branco em todas as tabelas geradas. Este é um padrão programado pela empresa C. As cinco colunas serão preenchidas com as informações de composição de custo e estrutura orçamentária do projeto, que também, neste caso, pode ser chamada de EAP (Estrutura Analítica do Projeto). A atribuição de informações orçamentárias é feita dentro do CGEP.

FIGURA 15 - TABELA DE QUANTITATIVOS EXTRAÍDA DO REVIT

QUANT.	UNID.	INFORMAÇÕES ATRIBUÍDAS				PAV.	ELEMENT ID	EAP DO PROJETO				COMP.
VEM PREENCHIDO QUANDO EXTRAI TABELA .CSV DO REVIT								EM BRANCO (É PREENCHIDO NO CGEP)				

Fonte: A autora (2018)

A atribuição das informações de custo não é realizada no Revit devido a maior agilidade para executar esta tarefa no CGEP. Dentro do CGEP as atribuições de composição de custo e EAP podem ser feitas por pacotes de elementos semelhantes, em vez de um a um. Por exemplo: todas as janelas de alumínio pertencem à mesma EAP, e possuem a mesma composição de custo. Portanto, a atribuição de custo é feita uma única vez, para todos esses elementos.

Após atribuir a composição de custo e a EAP para todas as quantidades de todas as planilhas geradas, o orçamento do projeto está feito. É possível visualizar o orçamento com a mesma estrutura orçamentária que é feita no processo tradicional de orçamentação. No orçamento do software PHP existem a lista de atividades, quantidade, custo unitário e custo total.

A figura a seguir é uma captura de tela do orçamento deste estudo (Empreendimento X), visto através do CGEP.

FIGURA 16 - O ORÇAMENTO NO CGEP

ESTRUTURA CONCRETO ARMADO				
Aço: estrutura				
11.1	Aço: estrutura	146.689,13	RS 5,17	RS 758.382,81
Subtotal Aço: estrutura :				RS 758.382,81
Concreto: estrutura				
11.2	Concreto: estrutura	1.747,17	RS 708,13	RS 1.237.220,66
Subtotal Concreto: estrutura :				RS 1.237.220,66
Nivelamento de lajes				
11.3	Nivelamento de lajes	6.302,19	RS 4,40	RS 27.729,64
Subtotal Nivelamento de lajes :				RS 27.729,64
Escoramento (aluguel ou compra)				
11.4	Escoramento (aluguel ou compra)	6.302,19	RS 16,50	RS 103.986,14
Subtotal Escoramento (aluguel ou compra) :				RS 103.986,14
Forma e desforma (aluguel ou compra)				
11.5	Forma e desforma (aluguel ou compra)	14.777,21	RS 16,50	RS 243.823,97
Subtotal Forma e desforma (aluguel ou compra) :				RS 243.823,97
Subtotal ESTRUTURA CONCRETO ARMADO:				RS 2.371.143,21
PAREDES, COBERTURA E CHURRASQUEIRAS				
PAREDES: Alvenaria geral, platibandas, chaminés e dutos				
12.1.1	Alvenaria geral, platibandas, chaminés e dutos	10.399,15	RS 60,20	RS 626.028,83
Subtotal PAREDES: Alvenaria geral, platibandas, chaminés e dutos :				RS 626.028,83

Fonte: Captura de tela do orçamento no CGEP (2018)

As quantidades extraídas do modelo serão comparadas com as quantidades obtidas através do processo tradicional de orçamentação na seção 4.4.

d) gerando um modelo BIM 5D

Para que o modelo Revit do empreendimento X se torne um modelo 5D, as informações de custo devem estar inseridas no modelo. Então, o software de orçamentação, após efetuar o preenchimento de todas as tabelas de quantitativos com as informações de custo, alimenta o modelo Revit com todas as novas informações de custo. Desta forma o modelo que antes era apenas um modelo 3D torna-se um modelo BIM 5D.

e) revisão do modelo 5D e ferramentas de controle

De acordo com o gerente de custo da empresa C, de fato, as alterações realizadas no modelo são alteradas também no orçamento. Neste fato está uma das coisas mais preciosas do processo, que é o BIM como uma ferramenta de simulação e otimização. Pode ser estudada, rapidamente, a economia gerada na redução do pé-direito dos pavimentos, por exemplo. De fato, isso ocorreu no empreendimento X. Após dois dias de revisão no modelo, o novo custo do empreendimento foi obtido. Essas análises sempre existiram. O que muda é a velocidade e qualidade da informação.

Mas, como é feita essa revisão sem que existam erros? Por exemplo:

- Como saber se a tabela de quantitativos que está sendo usada no orçamento é a tabela extraída da versão mais atual do modelo?
- Como saber se todos os elementos estão vinculados a composições de custo?
- Como saber se todos os elementos estão sendo quantificados nas tabelas?
- Como saber se existem dois pisos desenhados no mesmo local, o que ocasionaria quantitativos para mais?

Para ajudar a solucionar essas questões, a empresa C utiliza o Dynamo e o Navisworks, da Autodesk. Mais informações a seguir.

f) Dynamo: rotinas automáticas de verificação

Dynamo é uma interface de programação dentro do Revit. Pode-se programar rotinas automáticas através da interface. Uma rotina, por exemplo, é a verificação de todos os elementos modelados quando a existência em uma tabela de quantitativos gerada.

Com o Dynamo também é possível permitir a extração de tabelas de quantitativos apenas após executar uma série de verificações. Uma das verificações seria “verificar se todos os elementos modelados têm pavimento associado”.

Como são muitos dados a serem modelados, o Dynamo facilita a conferência das informações. Na empresa C o padrão de modelagem seguido também contém uma programação de rotinas para que o Dynamo execute as devidas conferências, minimizando falhas no processo de modelagem.

g) Navisworks: detecção de conflitos

O Navisworks é um software de gestão de modelos. Após gerar o modelo 5D no Revit, é gerado um arquivo a ser lido pelo Navisworks. O formato deste arquivo é chamado NWC. Desta forma, todos os modelos elaborados separadamente (arquitetura, estrutura, fundações, contenções, elétrica, hidráulica, gás, ar condicionado, paisagismo, etc.) podem ser sobrepostos no Navisworks, gerando o chamado modelo federado. O modelo federado é utilizado para detectar de conflitos antes da execução do projeto, visando as melhores soluções de compatibilização, e, em alguns casos, permitindo criar projetos mais sustentáveis.

Para a orçamentação, o Navisworks é utilizado na detecção de itens duplicados. O Revit também executa esta função de detecção de conflitos (*clash detection*). No entanto, no Navisworks é possível estabelecer regras para a detecção. Por exemplo:

- Desconsiderar conflitos de sobreposição menor que cinco milímetros. Isso é útil para tubulações;
- Detectar tubulações que estão a uma certa distância da tubulação de gás;
- Detectar pisos sobrepostos (útil para a orçamentação).

Existem casos onde não faz sentido detectar conflitos. É desnecessário detectar conduítes elétricos conflitantes com paredes, uma vez que, é uma situação normal o conduíte estar inserido na parede.

4.4 RESULTADOS

A seguir serão exibidos os resultados do estudo empírico. São dois conjuntos de quantitativos. O primeiro conjunto é chamado de Quantitativos A, obtidos pelo modo tradicional, que ocorre através da observação do projeto arquitetônico no AutoCAD, com uso de planilhas Excel para anotar quantidades e rastrear as informações coletadas do projeto.

O segundo conjunto de quantitativos, chamado de Quantitativos B, são os quantitativos obtidos através do processo BIM descrito anteriormente na subseção 4.3.3.

Os dois quantitativos foram obtidos da revisão de número oito do projeto arquitetônico (R8).

As diferenças nas quantidades de cada atividade serão avaliadas na seção 4.5 ANÁLISES.

4.4.1 Quantitativos A (processo orçamentário tradicional)

Uma característica deste conjunto de quantitativos é que, para cada atividade, existem duas quantidades. Uma quantidade referente à mão de obra, e outra referente ao material. Isso ocorre pois em algumas atividades o pagamento da mão de obra inclui vãos de esquadrias menores que dois metros quadrados de área total. É o caso da maioria das portas internas e janelas de banheiros. Quando o vão da esquadria possui área maior que dois metros quadrados, esta área não é incluída na quantidade da mão de obra. No entanto, uma área equivalente de dois metros quadrados é considerada. Isso é necessário para mensurar de alguma forma o trabalho de execução de requadros, vergas e outros trabalhos necessários para executar as atividades em vãos maiores que dois metros quadrados.

Para as quantidades de material não estão considerados os vãos de esquadrias. Porém, muitas vezes as quantidades recebem uma majoração percentual, pois a quebra e a manutenção devem ser consideradas.

A tabela a seguir mostra as quantidades obtidas para cada atividade. Ao todo existem 54 atividades que compõem o Quantitativos A.

TABELA 1 - QUANTITATIVOS A (PROCESSO ORÇAMENTÁRIO TRADICIONAL)

continua

CÓD. EAP	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	UN.	QUANT. DE MÃO DE OBRA	QUANT. DE MATERIAL
3.2	Tela de fachada	m ²	2.922	2.922
4.1	Balancins e andaimes	m ²	3.599	3.599
6.4	Limpeza permanente da obra - apartamentos e área comum	m ²	7.866,95	7.866,95
8.5	Aterro com rachão/saibro	m ³	1.037	1.037
12.1.1	Alvenaria geral, platibandas, chaminés, dutos, guarda-corpo	m ²	10.574,9	10.455,2
12.1.3	Muros (subsolos e implantação)	m ²	1.253,3	1.253,3
12.1.4	Paredes em drywall ou placa cimentícia (shafts)	m ²	238	238
12.2.1	Cobertura com telhas + estrutura de madeira	m ²	355,7	355,7
12.3.1	Churrasqueira: alvenaria + dutos, tijolo refratário e registros	cj	36	36
13.1	Cristalização	m ²	1.505,3	1.505,3
13.2	Manta e proteção mecânica	m ²	1.566,1	1.566,1
14.1	Contrapiso interno	m ²	4.097,7	4.097,7
14.2	Contrapiso externo	m ²	1.736,3	1.736,3
14.4	Emboço interno	m ²	16.008,0	14.399,8
14.5	Emboço externo fachada e implantação (exceto muros). Inclui toda a parte de cobertura e área técnica + muros terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	m ²	6.572,06	6.659,1
14.6	Emboço muros	m ²	1.312,9	1.312,9
15.1	Pintura interna	m ²	13.376,7	12.632,7
15.2	Pintura subsolos: tubulação, vagas, faixas	m	2702,5	2702,5
15.3	Pintura subsolos: parede, pilares e teto	m ²	3.461,5	3.461,5
15.4	Textura rolada externa: muros térreos	m ²	601,4	601,4
15.5	Textura rolada interna: escadaria e área técnica	m ²	1.667,0	1.619,7
15.6	Textura em argamassa projetada fachada e implantação (exceto muros). Inclui toda a parte de cobertura e área técnica + muros terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	m ²	4.133,6	4.117,0
15.7	Pintura piso: escadaria e área técnica	m ²	411,0	411,0
16.1	Forro drywall	m ²	4.106,3	4.106,3
16.2	Porcelanato piso	m ²	1.935,1	2.516
16.3	Cerâmica piso	m ²	1.955,3	2.542
16.4	Cerâmica parede	m ²	3.765	4.326
16.5	Litocerâmica e porcelanato fachada e implantação	m ²	2.406	2.963
16.6	Piso laminado e piso vinílico	m ²	1.222	1.222
16.7	Rodapé de cerâmica ou porcelanato	m	991,8	991,8
16.8	Rodapé de madeira	m	2.920,9	2.920,9
17.1	Bancada de granito + acessórios	m ²	79,8	79,8
17.3	Granito piso/pórtico elevadores e escadas	m ²	38,8	38,8
17.4	Soleiras	m	263,5	263,5
18.1	Portas de madeira	m ²	483,0	483,0
18.3	Esquadrias de alumínio + vidros	m ²	1.017,51	1.017,51
18.4	Guarda corpo com corrimão - externo (sacada, laje técnica e térreo)	m ²	216,8	216,8

TABELA 1 - QUANTITATIVOS A (PROCESSO ORÇAMENTÁRIO TRADICIONAL)

CÓD. EAP	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	UN.	QUANT. DE MÃO DE OBRA	conclusão
				QUANT. DE MATERIAL
18.5	Guarda corpo com corrimão - interno (duplex e mezanino)	m ²	27,8	27,8
18.6	Esquadria e vidro para janela especial guarita	m ²	7,8	7,8
18.7	Brises metálicas em fachada	m ²	35,9	35,9
19.1	Porta corta-fogo	cj	18	18
19.2	Janela de aço escadaria	m ²	10,4	10,4
19.4	Corrimão metálico simples (escadas de incêndio)	m	245	245
19.5	Portão de veículos	m ²	42,3	42,3
19.6	Gradil frontal com portão de pedestres e ventilação frontal subsolo 1	m ²	81,6	81,6
20.6	Instalações de ar condicionado	pon tos	139	139
21.1	Elevadores principais	cj	2	2
21.3	Automação: interfone, telefone, motores portões	cj	36	36
21.6	Aquecedor de passagem	cj	35	35
22.3	Cubas inox	cj	38	38
23.1	Paisagismo	m ²	1.474	1.474
23.2	Móveis e marcenaria	m ²	306	306
24.1	Piso de concreto subsolo e rampas	m ²	1.523,9	1.523,9
24.2	Calçadas e meio-fio	m ²	182,0	182,0

Fonte: A autora (2018)

4.4.2 Quantitativos B (processo orçamentário em BIM)

As quantidades obtidas através do processo orçamentário em BIM estão contidas no software de gestão e orçamentação da empresa C, o CGEP. A principal diferença é que, no Quantitativos B há apenas uma quantidade informada. Observe na tabela a seguir os dados obtidos do CGEP.

TABELA 2 - QUANTITATIVOS B (PROCESSO ORÇAMENTÁRIO EM BIM)

CÓD. EAP	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	UN.	continua
			QUANTIDADE
3.2	Tela de fachada	m ²	Não consta no CGEP
4.1	Balancins e andaimes	m ²	Não consta no CGEP
6.4	Limpeza permanente da obra - apartamentos e área comum	m ²	Não consta no CGEP
8.5	Aterro com rachão/saibro	m ³	Não consta no CGEP
12.1.1	Alvenaria geral, platibandas, chaminés, dutos, guarda-corpo	m ²	10.399,15
12.1.3	Muros (subsolos e implantação)	m ²	1.092,34
12.1.4	Paredes em drywall ou placa cimentícia (shafts)	m ²	Não consta no CGEP
12.2.1	Cobertura com telhas + estrutura de madeira	m ²	Não consta no CGEP
12.3.1	Churrasqueira: alvenaria + dutos, tijolo refratário e registros	cj	Não consta no CGEP
13.1	Cristalização	m ²	Não consta do CGEP
13.2	Manta e proteção mecânica	m ²	2782,56

TABELA 2 - QUANTITATIVOS B (PROCESSO ORÇAMENTÁRIO EM BIM)

conclusão

CÓD. EAP	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	UN.	QUANTIDADE
14.1	Contrapiso interno	m²	4267,69
14.2	Contrapiso externo	m²	1924,72
14.4	Emboço interno	m²	14.797,10
14.5	Emboço externo fachada e implantação (exceto muros). Inclui toda a parte de cobertura e área técnica + muros terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	m²	5.778,84
14.6	Emboço muros	m²	1.200,84
15.1	Pintura interna	m²	13.630,12
15.2	Pintura subsolos: tubulação, vagas, faixas	m	Não consta no CGEP
15.3	Pintura subsolos: parede, pilares e teto	m²	687,60
15.4	Textura rolada externa: muros térreos	m²	984,62
15.5	Textura rolada interna: escadaria e área técnica	m²	720,81
15.6	Textura em argamassa projetada fachada e implantação (exceto muros). Inclui toda a parte de cobertura e área técnica + muros terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	m²	5.196,60
15.7	Pintura piso: escadaria e área técnica	m²	275,44
16.1	Forro drywall	m²	3.374,89
16.2	Porcelanato piso	m²	1.626,76
16.3	Cerâmica piso	m²	1.890,48
16.4	Cerâmica parede	m²	3.453,27
16.5	Litocerâmica e porcelanato fachada e implantação	m²	36,73
16.6	Piso laminado e piso vinílico	m²	1.288,25
16.7	Rodapé de cerâmica ou porcelanato	m	Não consta no CGEP
16.8	Rodapé de madeira	m	Não consta no CGEP
17.1	Bancada de granito + acessórios	m²	Não consta no CGEP
17.3	Granito piso/pórtico elevadores e escadas	m²	Não consta no CGEP
17.4	Soleiras	m	337,86
18.1	Portas de madeira	m²	478,77
18.3	Esquadrias de alumínio + vidros	m²	916,65
18.4	Guarda corpo com corrimão - externo (sacada, laje técnica e térreo)	m²	172,14
18.5	Guarda corpo com corrimão - interno (duplex e mezanino)	m²	Não consta no CGEP
18.6	Esquadria e vidro para janela especial guarita	m²	7,07
18.7	Brises metálicos em fachada	m²	48,46
19.1	Porta corta-fogo	m²	30,24
19.2	Janela de aço escadaria	m²	Não consta no CGEP
19.4	Corrimão metálico simples (escadas de incêndio)	m	264,79
19.5	Portão de veículos	m²	Não consta no CGEP
19.6	Gradil frontal com portão de pedestres e ventilação frontal subsolo 1	m²	Não consta no CGEP
20.6	Instalações de ar condicionado	pts.	Não consta no CGEP
21.1	Elevadores principais	cj	Não consta no CGEP
21.3	Automação: interfone, telefone, motores portões	cj	Não consta no CGEP
21.6	Aquecedor de passagem	cj	Não consta no CGEP
22.3	Cubas inox	cj	Não consta no CGEP
23.1	Paisagismo	m²	407,96
23.2	Móveis e marcenaria	m²	Não consta no CGEP
24.1	Piso de concreto subsolo e rampas	m²	1.581,19
24.2	Calçadas e meio-fio	m²	81,88

Fonte: Adaptado de CGEP (2018)

Das 54 atividades a serem comparadas, apenas 31 (57%) possuem quantidades informadas no CGEP dentro da simulação de orçamento que diz respeito a revisão oito do projeto arquitetônico. Quando questionada sobre o motivo de não existir quantidades para as outras 23 atividades, a empresa C informou que, por não haver informação suficiente no projeto arquitetônico fornecido, não houve modelagem destas atividades.

Dentro do conjunto das 54 atividades que podem ser quantificadas pelo projeto arquitetônico, existem atividades cujas quantidades não geram dúvida. Não há necessidade de modelagem para obter mais precisão no quantitativo. Apenas uma observação da planta ou memorial descritivo do projeto é suficiente. É o caso das seguintes atividades descritas na tabela a seguir. Na coluna observação será informada a forma de quantificação.

TABELA 3 – ATIVIDADES DE FÁCIL QUANTIFICAÇÃO PELO PROJETO ARQUITETÔNICO OU MEMORIAL DESCRITIVO

CÓD. EAP	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	UN.	QUANTI-DADE	OBSERVAÇÃO
12.3.1	Churrasqueira: alvenaria + dutos, tijolo refratário e registros	cj	36	35 apartamentos + salão de festas = 36
19.1	Porta corta-fogo	cj	18	Observação da região das escadarias no projeto arquitetônico.
20.6	Instalações de ar condicionado	pontos	139	Observação das unidades de cada planta. Cada quarto e cada sala tem um ponto de ar condicionado.
21.1	Elevadores principais	cj	2	Observação da planta
21.3	Automação: interfone, telefone, motores portões	cj	36	35 apartamentos + área comum (portaria) = 36
21.6	Aquecedor de passagem	cj	35	35 apartamentos
22.3	Cubas inox	cj	38	35 apartamentos + cuba dupla no salão de festas + cuba na copa dos funcionários

Fonte: A autora (2018)

As 7 atividades pertencentes a TABELA 3 não fizeram parte da análise dos quantitativos, por não gerarem dúvida com relação à quantificação para orçamentação. Sendo assim, extraíndo estas 7 atividades do conjunto inicial de 54 atividades, restam 47 atividades cujas quantidades entre processo tradicional e BIM podem ser comparadas e analisadas. Desse novo conjunto, 30 atividades (64%)

possuem quantidades informadas no CGEP. A seguir, tem-se as análises do estudo empírico.

4.5 ANÁLISES

Nesta seção foram feitas análises com relação a variação dos dados, forma de apresentação das informações, facilidade de alteração dos dados conforme revisão do projeto, e quanto ao impacto (diferença) no custo final do empreendimento quando utilizadas as quantidades A ou B para compor o orçamento.

Segundo a empresa C, não foram fornecidas todas as informações necessárias para modelar e quantificar algumas atividades de acordo com o processo BIM de orçamentação, e é por isso que estas atividades não foram quantificadas no processo BIM. Com base neste resultado, também será feita a análise a respeito da comunicação entre os envolvidos no estudo empírico. Veja a subseção a seguir.

4.5.1 Comunicação entre a orçamentista e a equipe BIM

A primeira análise a ser feita é sobre a comunicação entre a orçamentista e a empresa C. Foi informada na primeira reunião qual seria a EAP do projeto e brevemente a forma de quantificação das atividades. No entanto, faltaram dados para completar o conjunto de quantitativos B, que são obtidos do processo BIM. Isso pode significar falta de comunicação e alinhamento entre os envolvidos. Em números, se 30 atividades foram informadas no CGEP, e deveriam ser informadas 47 atividades, significa que apenas 64% das atividades serão discutidas.

Qual o motivo de 17 atividades consideradas importantes para a validação de quantitativos não estarem informadas? O quadro a seguir aponta possíveis motivos para a ausência de quantitativo em cada uma das 17 atividades não quantificadas.

QUADRO 10 – ATIVIDADES NÃO QUANTIFICADAS E JUSTIFICATIVAS

continua

CÓDIGO EAP	ATIVIDADE	MOTIVOS PARA A AUSÊNCIA DE QUANTITATIVO NO CGEP	POSSÍVEL SOLUÇÃO
3.2	Tela de fachada	<ul style="list-style-type: none"> Quantificação indireta pelo perímetro da fachada; Não consta no projeto arquitetônico; Não é permanente. 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre forma de quantificação entre orçamentista e empresa C.

QUADRO 10 – ATIVIDADES NÃO QUANTIFICADAS E JUSTIFICATIVAS

continua

CÓDIGO EAP	ATIVIDADE	MOTIVOS PARA A AUSÊNCIA DE QUANTITATIVO NO CGEP	POSSÍVEL SOLUÇÃO
4.1	Balancins e andaimes	<ul style="list-style-type: none"> Quantificação indireta pela área de emboço Não consta no projeto arquitetônico; Não é permanente. 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre forma de quantificação entre orçamentista e empresa C.
6.4	Limpeza permanente da obra: apartamentos e área comum	<ul style="list-style-type: none"> Não consta no projeto arquitetônico; Não é permanente. 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre forma de quantificação entre orçamentista e empresa C.
8.5	Aterro com rachão/saibro	<ul style="list-style-type: none"> Não consta no projeto arquitetônico; Quantificação indireta pela área de piso de subsolo (subjetividade). 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre forma de quantificação entre orçamentista e equipe BIM.
12.1.4	Paredes em drywall ou placa cimentícia (shafts)	<ul style="list-style-type: none"> Falha da orçamentista em não avisar sobre a inclusão deste item na EAP. 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre revisões na EAP.
12.2.1	Cobertura com telhas + estrutura de madeira	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado, visto que a área de cobertura está no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
13.1	Cristalização	<ul style="list-style-type: none"> Empresa C não identificou locais onde havia cristalização e considerou apenas impermeabilização com manta asfáltica. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar modelagem: cristalização em sacadas e áreas úmidas internas (banheiro, e área de serviço); Alinhamento sobre forma de impermeabilização.
15.2	Pintura subsolos: tubulação, vagas, faixas	<ul style="list-style-type: none"> Subjetividade na forma de quantificação: pintura de tubulação estimada pela área de subsolo. Faixas de pilares e linhas de vagas poderiam ser quantificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM; Alinhamento entre orçamentista e empresa C.
16.7	Rodapé de cerâmica ou porcelanato	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação de rodapés consta no memorial descritivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
16.8	Rodapé de madeira	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação de rodapés consta no memorial descritivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
17.1	Bancada de granito + acessórios	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
17.3	Granito piso/pórtico elevadores e escadas	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.

QUADRO 10 – ATIVIDADES NÃO QUANTIFICADAS E JUSTIFICATIVAS

CÓDIGO EAP	ATIVIDADE	MOTIVOS PARA A AUSÊNCIA DE QUANTITATIVO NO CGEP	POSSÍVEL SOLUÇÃO
18.5	Guarda corpo com corrimão - interno (duplex e mezanino)	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
19.2	Janela de aço escadaria	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
19.5	Portão de veículos	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
19.6	Gradil frontal com portão de pedestres e ventilação frontal subsolo 1	<ul style="list-style-type: none"> Motivo não identificado. Poderia estar modelado. A informação consta no projeto arquitetônico. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar processo orçamentário BIM.
23.2	Móveis e marcenaria	<ul style="list-style-type: none"> Quantificação subjetiva e indireta. É baseada na soma de áreas comuns do condomínio na planta do térreo 	<ul style="list-style-type: none"> Alinhamento sobre forma de quantificação entre orçamentista e empresa C.

Fonte: A autora (2018)

4.5.2 Variação entre quantitativos A e B

A análise da variação dos dados deve levar em consideração formas de quantificação semelhantes. Como explicado anteriormente, nos quantitativos A existem duas quantidades informadas para cada atividade. Uma de material, e outra de mão de obra. A quantidade de material é mais coerente para usar na comparação, uma vez que não inclui vãos de esquadrias para simular o trabalho equivalente na execução de requadros. Então, as quantidades de material dos quantitativos A foram comparadas com as quantidades informadas dos quantitativos B. Inicialmente foi feita uma tabela com as quantidades lado a lado. Também foi inserida uma coluna informando a variação percentual entre os quantitativos.

É importante salientar que, na tabela a seguir, as quantidades A (processo tradicional) agora estão descritas sem os fatores de correção que majoram as quantidades de algumas atividades do orçamento (por exemplo um fator de correção de 30% para considerar quebra das cerâmicas). Esta medida foi adotada pois representa maior semelhança quanto a forma como a informação é gerada no BIM

(sem fatores de correção). A utilização dos fatores de correção ocorre depois da obtenção das quantidades, e é algo subjetivo dentro do processo.

TABELA 4 – DIFERENÇAS PERCENTUAIS ENTRE QUANTITATIVOS A E B

CÓD. EAP	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	UN.	QUANTATIVOS A	QUANTITAVOS B	VARIAÇÃO (%) (A/B-1)
12.1.1	Alvenaria geral, platibandas, chaminés, dutos, guarda-corpo	m²	9.504,71	10.399,15	8,6%
12.1.3	Muros (subsolos e implantação)	m²	1.253,30	1.092,34	14,7%
13.2	Manta e proteção mecânica	m²	1.566,10	2.782,56	43,7%
14.1	Contrapiso interno	m²	4.097,70	4.267,69	4,0%
14.2	Contrapiso externo	m²	1.736,30	1.924,72	9,8%
14.4	Emboço interno	m²	14.399,80	14.797,10	2,7%
14.5	Emboço externo fachada e implantação	m²	6.053,77	5.778,84	4,8%
14.6	Emboço muros	m²	1.312,90	1200,84	9,3%
15.1	Pintura interna	m²	12.632,70	13.630,12	7,3%
15.3	Pintura subsolos: parede, pilares e teto	m²	3.461,50	687,60	403,4%
15.4	Textura rolada externa: muros térreos	m²	601,40	984,62	38,9%
15.5	Textura rolada interna: escadaria e área técnica	m²	1.619,70	720,81	124,7%
15.6	Textura em argamassa projetada fachada e implantação	m²	3.742,70	5.196,60	28,0%
15.7	Pintura piso: escadaria e área técnica	m²	411,00	275,44	49,2%
16.1	Forro drywall	m²	4.106,30	3.374,89	21,7%
16.2	Porcelanato piso	m²	1.935,10	1.626,76	19,0%
16.3	Cerâmica piso	m²	1.955,30	1.890,48	3,4%
16.4	Cerâmica parede	m²	3.765,26	3.453,27	9,0%
16.5	Litocerâmica e porcelanato fachada e implantação	m²	2.278,90	36,73	6104,5%
16.6	Piso laminado e piso vinílico	m²	1.222,00	1.288,25	5,1%
17.4	Soleiras	m	263,50	337,86	22,0%
18.1	Portas de madeira	m²	483,00	478,77	0,9%
18.3	Esquadrias de alumínio + vidros	m²	1.017,51	916,65	11,0%
18.4	Guarda corpo com corrimão - externo (sacada, laje técnica e térreo)	m²	216,80	172,14	25,9%
18.6	Esquadria e vidro para janela especial guarita	m²	7,80	7,07	10,3%
18.7	Brisas metálicos em fachada	m²	35,90	48,46	25,9%
19.4	Corrimão metálico simples (escadas de incêndio)	m	245,00	264,79	7,5%
23.1	Paisagismo	m²	1.474,00	407,96	261,3%
24.1	Piso de concreto subsolo e rampas	m²	1.523,90	1.581,19	3,6%
24.2	Calçadas e meio-fio	m²	182,00	81,88	122,3%

Fonte: A autora (2018)

Para melhor avaliar os dados, devido à grande variação entre eles, foi criada uma forma de classificação. De acordo com o grau de variação as atividades podem ser classificadas da seguinte maneira:

- Pequena variação: 0 a 5%;
- Média variação: 5,1 a 10%
- Grande variação: 10,1 a 100%
- Diferença grosseira: variações acima de 100%.

Outra forma importante de agrupar as atividades é de acordo com a posição da mesma dentro da curva ABC de atividades. Dentro do grupo A de atividades estão inseridas aquelas que, somadas em ordem decrescente de custo, representam 80% do custo da obra. No grupo C estão listadas as atividades que somam 5% do custo da obra quando somadas em ordem crescente de custos de cada atividade. No grupo B estão as atividades restantes que não se encontram dentro do grupo A e C, e representam 15% do custo da obra.

O quadro a seguir descreve as mesmas atividades que estão sendo comparadas, e suas respectivas variações entre quantitativos. Todavia, as atividades estão agora organizadas de acordo com a curva ABC de atividades do orçamento do empreendimento X, elaborado pela autora. É importante salientar que nesta classificação ABC, as quantidades utilizadas foram as do conjunto de quantitativos A. O orçamento completo do empreendimento X pode ser visualizado nos apêndices, bem como a lista de todas as atividades da obra classificadas em ordem decrescente de custo, compondo assim a curva abc de atividades.

QUADRO 11 - VARIAÇÃO ENTRE QUANTITATIVOS A E B ORGANIZADA PELA CURVA ABC
continua

CURVA ABC	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	VARIAÇÃO QUANTITATIVOS	
		%	GRUPO
A	Litocerâmica e porcelanato fachada e implantação	6104,5%	Diferença grosseira
A	Porcelanato piso	43,7%	Grande variação
A	Manta e proteção mecânica	28,0%	Grande variação
A	Cerâmica piso	25,9%	Grande variação
A	Guarda corpo com corrimão - externo (sacada, laje técnica e térreo)	21,7%	Grande variação
A	Forro drywall	19,0%	Grande variação

QUADRO 11 - VARIAÇÃO ENTRE QUANTITATIVOS A E B ORGANIZADA PELA CURVA ABC
conclusão

CURVA ABC	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	VARIAÇÃO QUANTITATIVOS	
		%	GRUPO
A	Textura em argamassa projetada fachada e implantação (exceto muros). Inclui toda a parte de cobertura e área técnica + muros terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	14,7%	Grande variação
A	Emboço externo fachada e implantação	11,0%	Grande variação
A	Muros (subsolos e implantação)	8,6%	Média variação
A	Esquadrias de alumínio + vidros	7,3%	Média variação
A	Pintura interna	4,8%	Pequena variação
A	Contrapiso interno	4,0%	Pequena variação
A	Piso de concreto subsolo e rampas	3,6%	Pequena variação
A	Emboço interno	3,4%	Pequena variação
A	Portas de madeira	2,7%	Pequena variação
A	Alvenaria geral, platibandas, chaminés, dutos, guarda-corpo	0,9%	Pequena variação
B	Pintura subsolos: parede, pilares e teto	403,4%	Diferença grosseira
B	Paisagismo	261,3%	Diferença grosseira
B	Textura rolada interna: escadaria e área técnica	124,7%	Diferença grosseira
B	Contrapiso externo	9,8%	Média variação
B	Emboço muros	9,3%	Média variação
B	Piso laminado e piso vinílico	5,1%	Média variação
C	Calçadas e meio-fio	122,3%	Diferença grosseira
C	Pintura piso: escadaria e área técnica	49,2%	Grande variação
C	Textura rolada externa: muros térreos	38,9%	Grande variação
C	Brises metálicos em fachada	25,9%	Grande variação
C	Cerâmica parede	22,0%	Grande variação
C	Soleiras	10,3%	Grande variação
C	Esquadria e vidro para janela especial guarita	9,0%	Média variação
C	Corrimão metálico simples (escadas de incêndio)	7,5%	Média variação

Fonte: A autora (2018)

4.5.3 Custo final do orçamento utilizando quantitativos A ou B

Conforme apêndice, o custo final do orçamento que utiliza os quantitativos A é de R\$16.476.246.

Para avaliar o impacto do uso dos quantitativos BIM (quantitativos B), a autora efetuou a substituição das quantidades na planilha orçamentária, mantendo o custo

unitário. Como existem duas quantidades informadas na planilha orçamentária, as duas foram substituídas. Os mesmos fatores de correção/majoração foram considerados nesta simulação. Este orçamento simulado com as quantidades informadas nos quantitativos B está disponível nos apêndices.

O resultado da simulação é um orçamento com custo final de R\$16.257.651. O que representa uma variação de 1,3%, apesar da grande variação dos quantitativos quando comparados atividade por atividade.

A verificação dos quantitativos BIM (quantitativos B) foi proposta no capítulo 5. A tentativa de validação dos quantitativos B em meio a tanta variabilidade nos dados expostos será executada e descrita também no capítulo 5. A análise a seguir, sobre a forma de apresentação das informações, contribui com a formação de uma linha de raciocínio para compor o método de verificação dos quantitativos BIM.

4.5.4 Quanto a forma de apresentação das informações

No processo tradicional de orçamentação, as informações são apresentadas em planilhas do Microsoft Excel, que podem ser acessadas pelo cliente para compreender como aquele dado foi gerado. As figuras a seguir exibem a lista de planilhas de quantitativos para o empreendimento X e o conteúdo de uma parte da planilha de quantificação para a atividade “Forro Drywall”.

FIGURA 17 - LISTA DE QUANTITATIVOS

	- QUANTITATIVO - ALVENARIA E MUROS - R01 (ATIV 12.1.1 E 12.1.3)
	- QUANTITATIVO - AR CONDICIONADO - PONTOS - R00 (ATIV 20.6)
	- QUANTITATIVO - BRISES EM FACHADA - R01 (ATIV 18.7)
	- QUANTITATIVO - CERÂMICA E LAM. - PISO, PAREDE E RODAPÉ R01 (ATIV 16 - VARIAS)
	- QUANTITATIVO - CONTENÇÃO E FUNDAÇÃO - R01 (ATIV 10.0)
	- QUANTITATIVO - CONTRAPISO - R01 (ATIV 14.1 E 14.2)
	- QUANTITATIVO - CORRIMÃO METÁLICO SIMPLES - R00 (ATIV 19.4)
	- QUANTITATIVO - EMBOÇO E TXT MUROS - R01 (ATIV 14.6 E 15.4)
	- QUANTITATIVO - EMBOÇO INTERNO - R01 (ATIV 14.4)
	- QUANTITATIVO - ESQUADRIA E GUARDA CORPO (18.1 18.3 18.4, 18.5) - R01
	- QUANTITATIVO - ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO - R01 (ATIV 11)
	- QUANTITATIVO - FACHADA - R0 - (AT 6.5; 14.5; 15.6; 16.5)
	- QUANTITATIVO - FORRO DRYWALL - R01 (ATIV 16.1)
	- QUANTITATIVO - GRADIL FRONTAL COM PORTÃO PEDESTRES - R01 (ATIV 19.6)
	- QUANTITATIVO - GRANITO - R01 (ATIV. 17)
	- QUANTITATIVO - IMPERMEABILIZAÇÃO- R01 (ATIV 13.1 E 13.2)
	- QUANTITATIVO - LIMPEZA FINAL APTOS E CONDOMÍNIO - R01 - (ATIV 6,4)
	- QUANTITATIVO - LOUÇAS, METAIS E CUBAS INOX - R01 (ATIV 22.1 22.2 E 22.3)
	- QUANTITATIVO - PAISAGISMO + MÓVEIS E MARCENARIA - R01 (ATIV 23.1 E 23.2)
	- QUANTITATIVO - PAREDES EM DRYWALL OU PLACA CIMENTICIA - R00 (ATIV 12.1.4)
	- QUANTITATIVO - PINTURA DOS SUBSOLOS - R01 (ATIV 15.2 E 15.3)
	- QUANTITATIVO - PINTURA INTERNA (MASSA+PINTURA) - R01 - (ATIV 15.1)
	- QUANTITATIVO - PINTURA PISO - ESCADARIA E ÁREA TÉCNICA - R01 (ATIV 15.7)
	- QUANTITATIVO - PISO DE CONCRETO SUBSOLO E CALÇADAS - R01 (ATIV 24.1 E 24.2)
	- QUANTITATIVO - PORTA CORTA FOGO E JANELA ESCADARIA - R00 (ATIV 19.1 E 19.2)
	- QUANTITATIVO - PORTÃO DE VEÍCULOS - R01 (ATIV 19.5)
	- QUANTITATIVO - TELA DE FACHADA + BALANCINS - R01 (ATIV 3.2 E 4.1)
	- QUANTITATIVO - TEXTURA ROLADA INTERNA - R01 (ATIV 15.5)

Fonte: A autora (2018)

FIGURA 18 – PARTE DA PLANILHA DE QUANTITATIVO DE FORRO DRYWALL

	A	B	C	D	E	F	G
1	EMPRESA S						
2	EMPREENDIMENTO X						
3	PLANILHA DE QUANTITATIVOS - FORRO DRYWALL						
4	DATA 08/11/2017 - R00						
5	REVISÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO: R8						
6							
7	LINHA	FOLHA	LOCAL	AMBIENTE	CATEGORIA DO AMBIENTE	ÁREA FORRO (m²)	TIPO FORRO
8	1	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	SALA/HALL/CIRCULAÇÃO	SALA OU CIRCULAÇÃO	32,11	NORMAL
9	2	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	LAVABO	LAVABO	1,98	NORMAL
10	3	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	SUITE 1	DORMITÓRIO	15,88	NORMAL
11	4	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	BH SUITE 1	BANHEIRO	4,24	RU
12	5	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	SUITE 2	DORMITÓRIO	10,19	NORMAL
13	6	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	BH SUITE 2	BANHEIRO	2,8	RU
14	7	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	SUITE 3	DORMITÓRIO	9,77	NORMAL
15	8	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	BH SUITE 3	BANHEIRO	2,8	RU
16	9	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	COZINHA	COZINHA	8,91	NORMAL
17	10	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	LAVANDERIA	LAVANDERIA	3,62	NORMAL
18	11	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	SACADA	SACADA	10,95	RU
19	12	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 301	LAJE TÉCNICA	LAJE TÉCNICA	2,16	RU
20	13	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 401	SALA/HALL/CIRCULAÇÃO	SALA OU CIRCULAÇÃO	32,11	NORMAL
21	14	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 401	LAVABO	LAVABO	1,98	NORMAL
22	15	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 401	SUITE 1	DORMITÓRIO	15,88	NORMAL
23	16	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 401	BH SUITE 1	BANHEIRO	4,24	RU
24	17	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 401	SUITE 2	DORMITÓRIO	10,19	NORMAL
25	18	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 401	BH SUITE 2	BANHEIRO	2,8	RU
26	19	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 401	SUITE 3	DORMITÓRIO	9,77	NORMAL
27	20	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 401	BH SUITE 3	BANHEIRO	2,8	RU
28	21	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 401	COZINHA	COZINHA	8,91	NORMAL
29	22	06 PAV TIPO - 3º 4º 5º	APTO 401	LAVANDERIA	LAVANDERIA	3,62	NORMAL

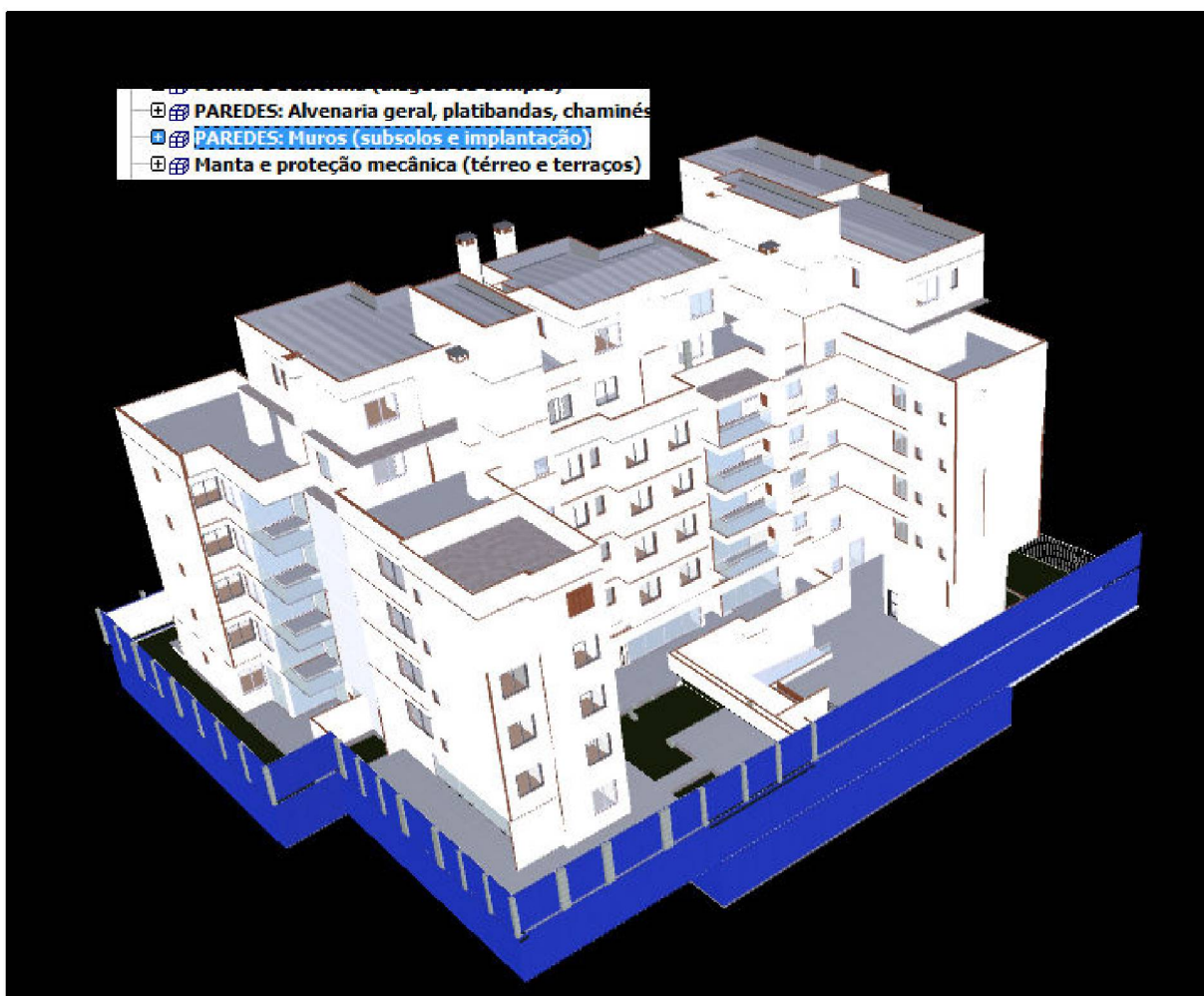
Fonte: A autora (2018)

Além de servir para a orçamentação, estas planilhas auxiliam a elaboração de contratos de mão de obra e compras de materiais (cerâmicas, louças, metais, granito, portas, etc.).

A empresa C dispõe de tabelas de quantitativos no formato CSV (que pode ser lidas no Microsoft Excel.). Como dito anteriormente, são tabelas padronizadas que trazem informação diretamente extraída do modelo elaborado no Revit. Estas tabelas são menos intuitivas do que as tabelas geradas no processo de quantificação tradicional. No entanto, a informação do orçamento gerada no software CGEP pode comunicar-se com o software Navisworks. Através desta comunicação a informação dos quantitativos pode ser visualizada diretamente no modelo.

Segundo a empresa C, quando o cliente deseja saber, por exemplo, onde está sendo considerado forro drywall, a verificação pode ser feita através do Navisworks, que irá destacar no modelo, os objetos considerados para esta atividade. Assim ocorre com todas as atividades modeladas. A figura a seguir é uma captura de tela do modelo do empreendimento X. Na figura estão destacados em azul os objetos modelados que foram considerados na quantificação da atividade “Muros”.

FIGURA 19 - CAPTURA DE TELA DO MODELO NO SOFTWARE NAVISWORKS



Fonte: A autora (2018)

O resultado desta análise é que, pensando apenas no orçamento para obter o custo da obra, a forma de apresentação da empresa C pode ser mais fácil. Uma vez que interpretar dados de várias tabelas não é algo prático de se fazer em uma verificação por terceiros.

Porém, para a realidade da empresa C, a forma de apresentação das informações que geram os quantitativos A, obtidos de forma tradicional, auxiliam após a orçamentação. Ou seja: durante a execução da obra.

A adaptação dos quantitativos BIM para atender a fase de execução da obra acarretaria mais custos a empresa S (cliente). Visto que este é um serviço que seria executado além do que estava proposto no contrato firmado com a empresa C.

Portanto a forma de apresentação dos quantitativos BIM via Navisworks delimita a forma de verificação dos quantitativos nesta pesquisa. Ou seja: o

orçamentista, ou a pessoa que determina a estrutura orçamentária do projeto, deve verificar as informações BIM da forma como podem ser apresentadas. Se não puderem ser validadas desta forma, então há necessidade de fazer os quantitativos manualmente, o que é justamente algo que se pretende evitar, pois toma muito tempo.

A última análise dos resultados do estudo empírico é feita acerca da facilidade para alterar os quantitativos e consequentemente o orçamento, quando há revisão no projeto.

4.5.5 Quanto a facilidade de alteração conforme revisão do projeto

O projeto arquitetônico utilizado para o estudo empírico é o da revisão 08. Porém, a orçamentista e a empresa C tiveram que revisar os quantitativos para o orçamento do empreendimento. Antes o projeto arquitetônico possuía pés direitos mais altos, e a piscina da área comum mudou de local.

Esta alteração serviu como um experimento para o tempo despendido entre a alteração dos quantitativos para adequação à orçamentação. No processo tradicional, o tempo para revisão dos quantitativos e correção de planilhas durou cerca de uma semana, enquanto o tempo para a revisão do modelo BIM e respectivos quantitativos foi de três dias. Dois dias para revisão da modelagem, e um dia para revisão da orçamentação via CGEP, segundo a empresa C.

A alteração do orçamento no processo tradicional considera uma minuciosa inspeção visual no projeto que fora revisado, bem como revisão de todas as planilhas de quantitativos e da planilha orçamentária. Além disso, este processo está sujeito a falhas de atualização.

A alteração do orçamento dentro do processo BIM é menos suscetível a erros devido ao Dynamo, que verifica rotinas de atividades a serem executadas. Para a atualização dos dados é necessária a revisão do modelo para que fique adequado à nova versão do projeto arquitetônico. Após esta etapa, uma nova extração de quantitativos é efetuada. Os elementos do modelo que foram apenas alterados ou mantidos não precisam de novas atribuições na EAP do orçamento. De acordo com o *elementID*, os vínculos podem ser mantidos. Apenas novos elementos modelados (novos *elementID* gerados) deverão ser atribuídos ao orçamento. Esta espécie de inteligência no processo elimina várias iterações que já foram executadas na primeira rodada de orçamentação.

5 VERIFICAÇÃO DOS QUANTITATIVOS BIM FORNECIDOS

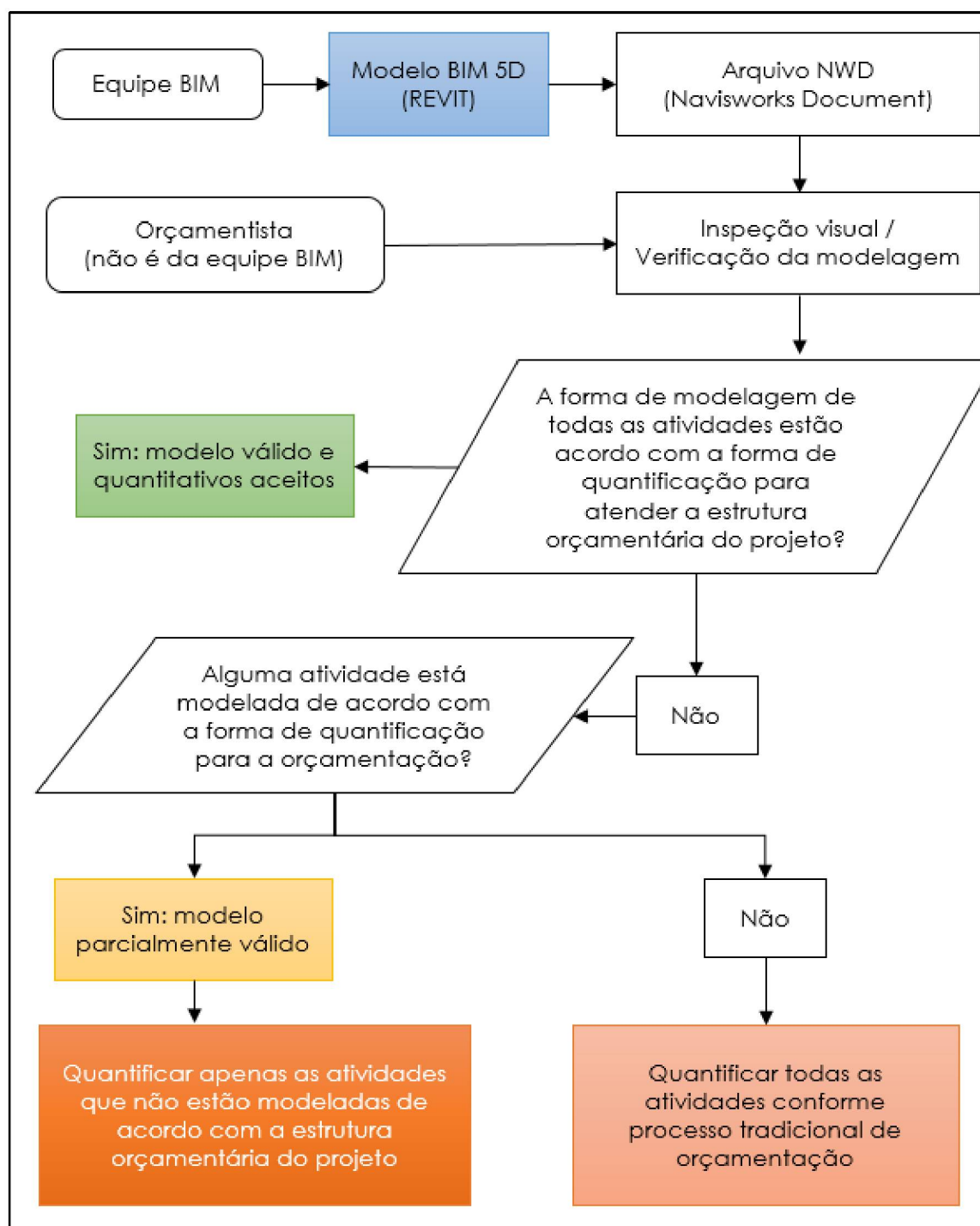
De acordo com o objetivo do trabalho, pretende-se buscar uma forma de verificar e validar os quantitativos gerados através do processo BIM de modelagem e orçamentação (BIM 5D). Se o orçamentista do projeto, que não está inserido no processo de modelagem, consegue validar os quantitativos BIM sem a necessidade de refazê-los manualmente, grande economia de tempo é gerada no processo de orçamentação.

Da forma como transcorreu o estudo empírico, foi identificada uma maneira para verificar os quantitativos BIM. Trata-se da inspeção visual do modelo através do arquivo em formato NWD (*Navisworks Document*).

Como dito anteriormente, a empresa C é responsável pelo modelo arquitetônico elaborado no Revit, e responsável pelo modelo BIM 5D obtido através da comunicação entre Revit e software CGEP. Após concluir um ciclo BIM 5D do empreendimento X, a empresa C pode fornecer um arquivo NWD para inspeção visual da modelagem 5D. Este arquivo de inspeção, lido pelo software Navisworks, contém a EAP do orçamento vinculada aos objetos modelados. Desta forma, quando se deseja saber quais desses objetos estão sendo considerados em determinado quantitativo, é possível visualizá-los com destaque em relação aos outros objetos do modelo que não foram considerados.

A figura a seguir ilustra como a verificação do modelo BIM 5D através do arquivo de inspeção contribui para a validação total ou parcial dos quantitativos fornecidos pelo processo BIM 5D.

FIGURA 20 - VERIFICAÇÃO DO MODELO BIM 5D



Fonte: A autora (2018)

A inspeção visual busca verificar se os objetos considerados dentro de cada atividade são os mesmos que deveriam ser considerados no processo tradicional de quantificação. A seguir serão descritas as etapas para a verificação dos quantitativos BIM através do arquivo de inspeção e dos quantitativos fornecidos. Através do

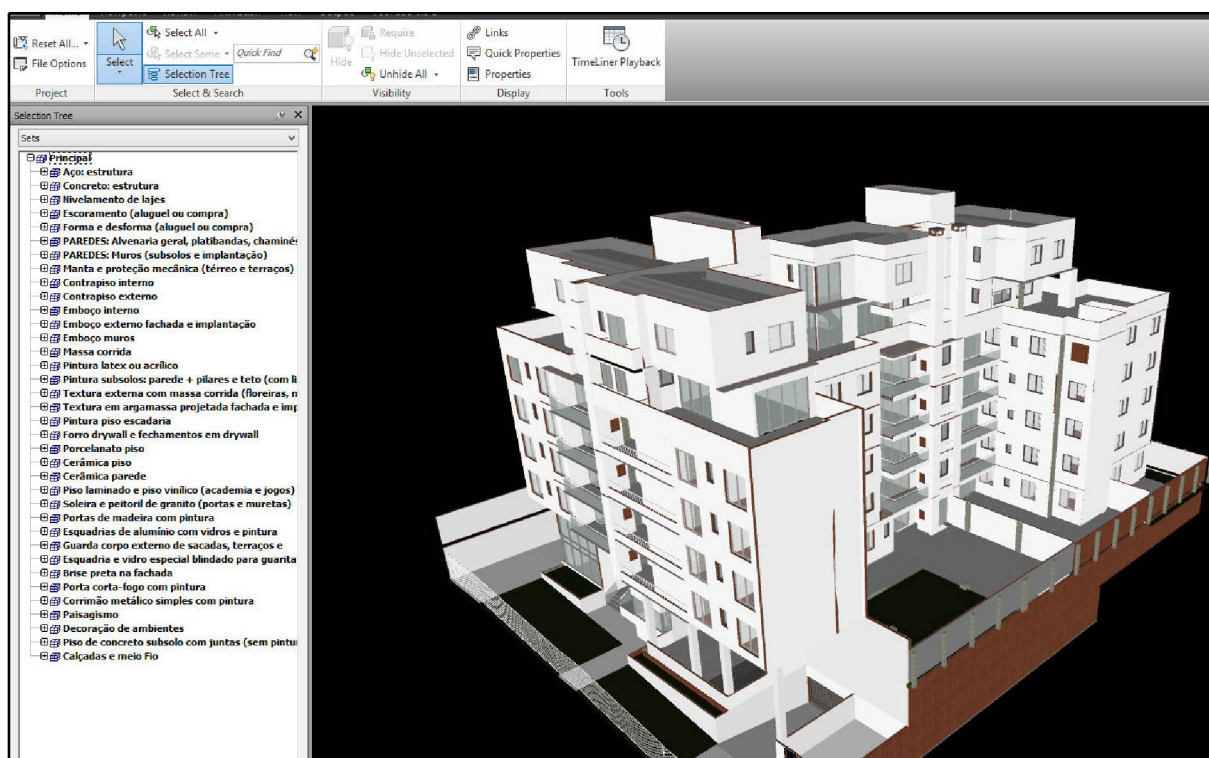
desenvolvimento desta verificação, a autora busca uma forma para a validação de quantitativos BIM.

Vale lembrar que as etapas devem servir para a situação onde não existem quantitativos executados de forma tradicional (sem BIM). O orçamentista, que irá verificar os quantitativos BIM, deve ter informação suficiente para a tomada de decisão. A decisão é a de validar ou não validar os quantitativos provenientes do BIM através da inspeção visual dos objetos considerados em cada atividade do orçamento.

5.1 ETAPA 1: COMPARAÇÃO ENTRE ATIVIDADES LISTADAS E ATIVIDADES QUANTIFICADAS

De posse do arquivo de inspeção e da lista de quantitativos fornecidos, pode ser iniciado o procedimento de verificação. Através do software Navisworks na versão Freedom ou Manage, o usuário pode navegar através do modelo. Veja na figura a seguir como é o painel de navegação no Navisworks Freedom, que é similar ao do Navisworks Manage.

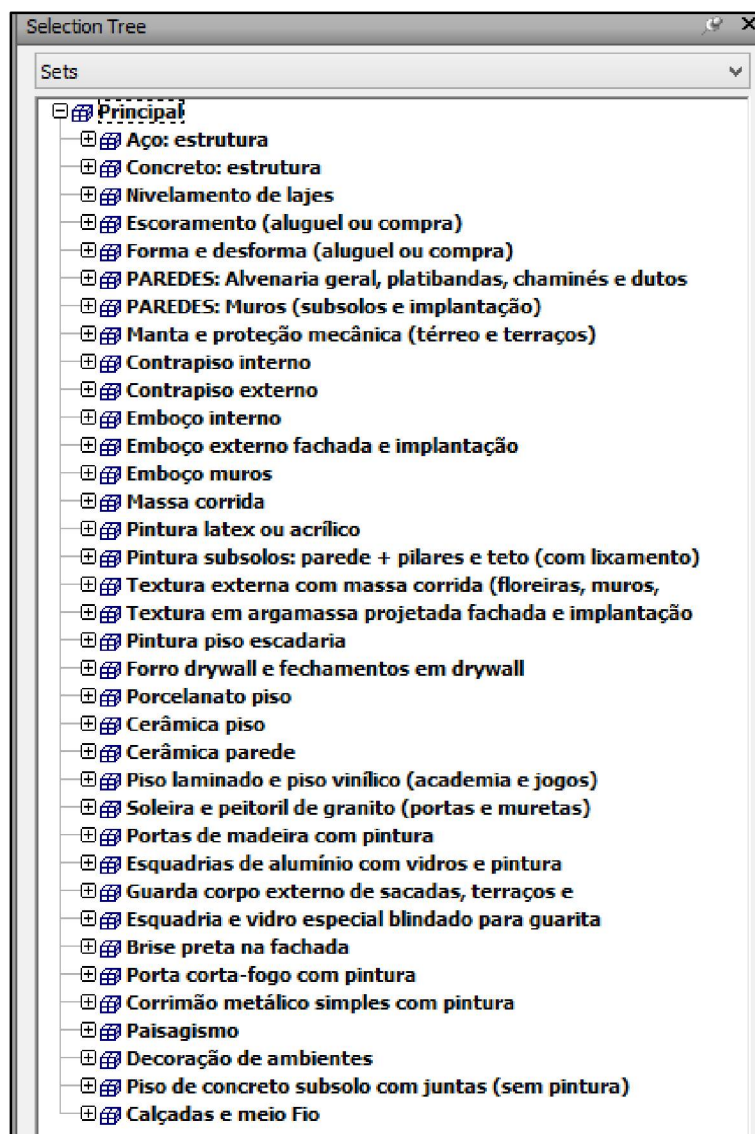
FIGURA 21 - PAINEL DE NAVEGAÇÃO DO NAVISWORKS FREEDOM



Fonte: A autora (2018)

Como mostra a figura anterior, há um painel chamado *Selection Tree* (Painel de seleção) localizado à esquerda. A figura a seguir é uma visão ampliada do Painel de seleção

FIGURA 22 - PAINEL DE SELEÇÃO



Fonte: A autora (2018)

Como pode ser visto na figura, o Painel de seleção mostra uma lista de atividades, que possui relação com a planilha orçamentária. A primeira verificação a ser feita é comparar se todas as atividades listadas também são atividades que foram quantificadas. O quadro a seguir faz a comparação entre o Painel de seleção e as atividades quantificadas no BIM, conforme apresentado no estudo empírico.

QUADRO 12 - COMPARAÇÃO ENTRE PAINEL DE SELEÇÃO E ATIVIDADES A SEREM VERIFICADAS

continua

SELECTION TREE - LISTA	QUANTITATIVOS B – LISTA (ver documento original nos apêndices)	SITUAÇÃO
Aço estrutura	Está listado e quantificado no CGEP, mas não faz parte do conjunto de quantitativos B, pois não é quantificado pelo projeto arquitetônico.	Ok. Mas não serão verificadas.
Concreto estrutura		
Nivelamento de lajes		
Escoramento		
Forma e desforma		
Paredes: alvenaria geral, platibanda, chaminés, dutos	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Paredes: muros (subsolo e implantação)	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Manta e proteção mecânica	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Contrapiso interno	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Contrapiso externo	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Emboço interno	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Emboço externo fachada e implantação	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Emboço muros	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Massa corrida	Está listado, mas este item foi removido da EAP do projeto. Pertence ao quantitativo de Pintura Interna.	Ok. Mas não será verificada.
Pintura látex ou acrílico	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Pintura subsolos: paredes + pilares e teto	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Textura externa com massa corrida (floreiras e muros térreos)	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Textura em argamassa projetada fachada e implantação	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Pintura piso escadaria	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Forro drywall e fechamentos em drywall	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Porcelanato piso	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Cerâmica piso	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.

QUADRO 12 - COMPARAÇÃO ENTRE PAINEL DE SELEÇÃO E ATIVIDADES A SEREM VERIFICADAS

SELECTION TREE - LISTA	QUANTITATIVOS B – LISTA (ver documento original nos apêndices)	SITUAÇÃO
Cerâmica parede	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Piso laminado e piso vinílico	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Soleira e peitoril de granito (portas e muretas)	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Portas de madeira com pintura	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Esquadria de alumínio e vidro	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Guarda corpo externo sacadas e terraços	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Esquadria e vidro especial guarita	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Brise preta na fachada	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Porta corta-fogo	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Corrimão metálico simples	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Paisagismo	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Decoração de ambientes	Apesar de estar listado, não foi quantificado na simulação do CGEP.	Não precisa ser verificado.
Piso de concreto subsolo e rampas	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.
Calçadas e meio-fio	Listado e quantificado.	Ok. Pode ser verificada.

Fonte: A autora (2018)

Com base no conjunto de quantitativos B e nas informações do Painel de seleção observa-se que as atividades “Textura rolada interna: escadaria e área técnica” e “Litocerâmica e porcelanato fachada e implantação” estão quantificadas nos conjuntos de quantitativos BIM, mas não estão listadas no arquivo NWD para inspeção visual. Isso gera desconfiança, pois os dados fornecidos e o arquivo de inspeção não estão totalmente correlatos.

Esta etapa é essencial para o processo de verificação. Com base na comparação executada, nota-se que, provavelmente, o conjunto de quantitativos não poderá ser plenamente validado devido à falta de atividades no Painel de seleção do arquivo de inspeção.

5.2 ETAPA 2: VERIFICAÇÃO DE ATIVIDADES MODELADAS

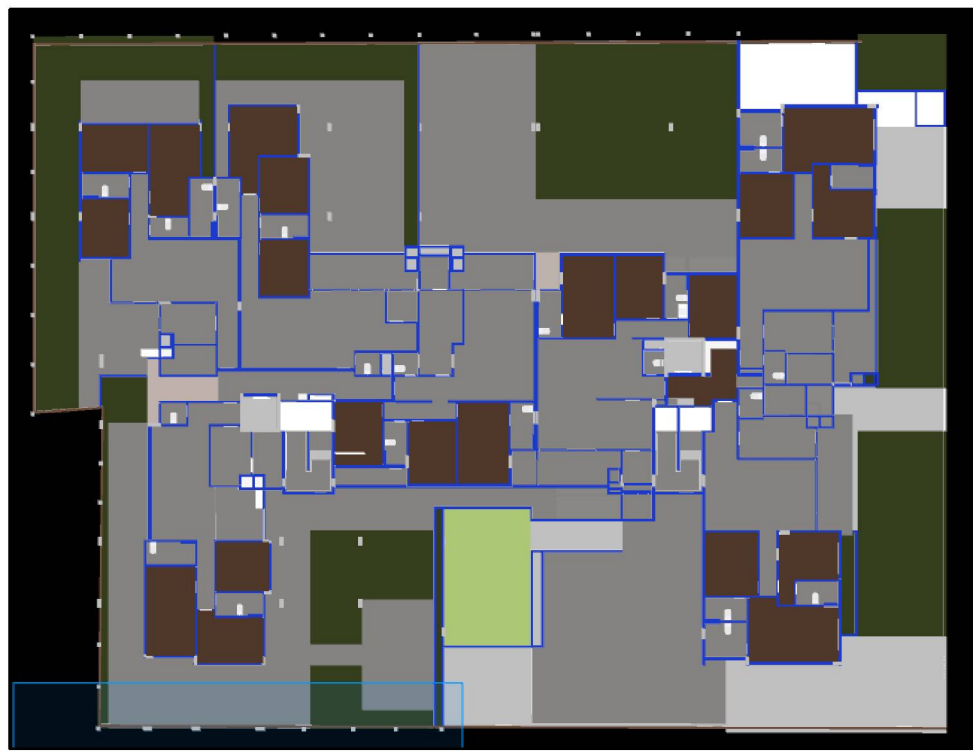
Após a etapa 1, verificou-se que existe a possibilidade de verificação da modelagem de 29 atividades. A intenção da inspeção visual é identificar diferenças entre a modelagem que está executada e a modelagem que deveria estar executada para atender a forma de quantificação para orçamentação. A seguir será descrito o decorrer do processo de inspeção visual de algumas atividades. Considerações a respeito da verificação serão descritas no capítulo 6.

5.2.1 Alvenarias e Muros

A primeira verificação foi a da atividade Alvenaria juntamente com a atividade Muros. É mais fácil verificar as duas atividades em conjunto, pois em cada plano de corte realizado no modelo pode ser visto alternadamente o que foi considerado muro e o que foi considerado como alvenaria, para cada pavimento. Os muros possuem um preço diferente do preço da alvenaria, pois possuem estruturas de concreto ou são executados próximos às contenções e recebem impermeabilização. Por este motivo são quantificados de forma separada das outras alvenarias.

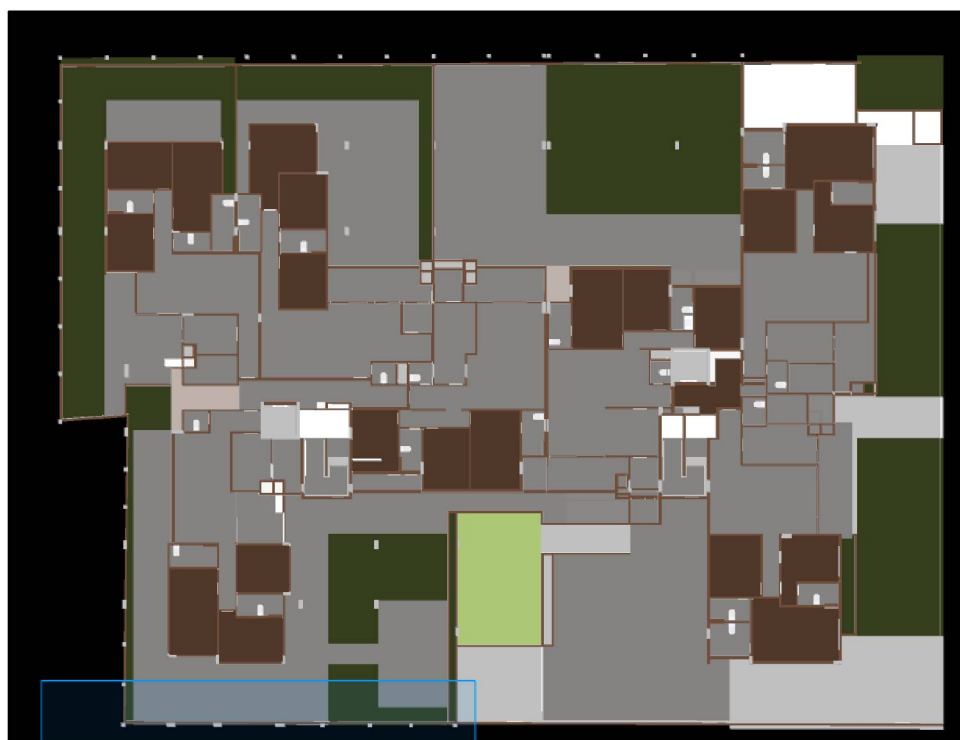
Para ilustrar um trecho da inspeção visual, podem ser verificadas as paredes consideradas como alvenaria no pavimento tipo. Quando selecionamos a atividade “alvenaria” no painel de seleção, os elementos modelados que foram quantificados nesta atividade ficam destacados na cor azul. Na vista de topo do modelo a visualização é como está exibido nas figuras a seguir (com destaque e sem destaque).

FIGURA 23 - PLANO DE CORTE NO PAVIMENTO TIPO COM A ATIVIDADE "ALVENARIA" SELECIONADA



Fonte: A autora (2018)

FIGURA 24 - PLANO DE CORTE NO PAVIMENTO TIPO SEM SELEÇÃO DE ATIVIDADES



Fonte: A autora (2018)

Nesta inspeção verificou-se que na parte frontal térrea do edifício (implantação), algumas paredes que deveriam ser consideradas como Muros foram consideradas na atividade Alvenaria. Esta consideração pode justificar uma quantidade menor do que a que deveria estar informada para a atividade Muros.

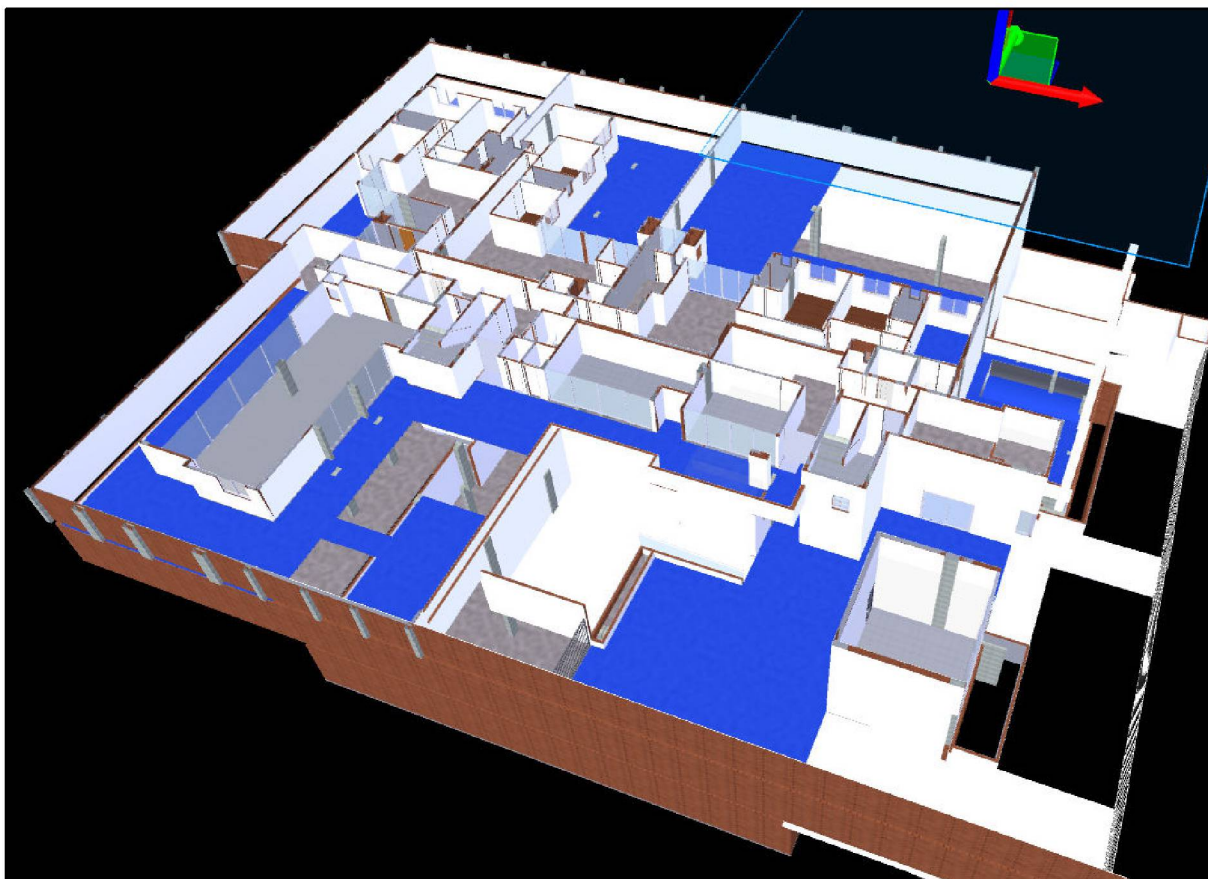
A atividade Muros apresentou variação de 8,6%, enquanto a atividade Alvenaria apresentou variação de 0,9%. Corrigir a modelagem quanto ao que foi observado fará com que a variação da atividade Muros diminua, enquanto a variação da Alvenaria aumente.

5.2.2 Manta e proteção mecânica

Para esta atividade a diferença entre quantitativos foi de 28%. Durante a inspeção algumas diferenças puderam ser notadas. São elas:

- Foi considerada manta abaixo das coberturas com telhas. Não haverá manta nestas regiões;
- Nas lajes descobertas pequenas (existem algumas no ático, pavimento 8 e pavimento 2) será executada apenas cristalização, e não manta. No modelo de inspeção foi considerado manta;
- Nas sacadas será executada Cristalização, e foi modelado com manta;
- As áreas na laje térrea onde há paisagismo também será impermeabilizada com manta. No entanto, não há manta modelada abaixo do paisagismo. Ver foto a seguir, que mostra as regiões onde há manta na laje do térreo. Em alguns lugares não foi modelada uma camada de manta, que é onde há paisagismo. Portando este é um erro de modelagem que influencia na quantificação via BIM.

FIGURA 25 - VERIFICAÇÃO DA ATIVIDADE MANTA NO PAVIMENTO TÉRREO



Fonte: A autora (2018)

A informação final a respeito desta verificação é que não houve modelagem da atividade Cristalização. As sacadas foram modeladas com manta, quando na verdade deveriam ser modeladas para a atividade Cristalização. As lavanderias e banheiros também não receberam modelagens de cristalização. Portanto, este item apresenta muitas diferenças entre as formas de quantificação. Através da inspeção visual e da diferença entre quantitativos, o resultado é a invalidação da modelagem e necessidade de revisão para nova inspeção.

5.2.3 Contrapiso interno e externo

No quantitativo tradicional, o contrapiso interno é considerado para todo o apartamento, inclusive sacadas e lajes técnicas. Os patamares e degraus de escadaria são considerados no contrapiso interno também.

O contrapiso externo é considerado em terraços, lajes descobertas e lajes térreas e implantação. Geralmente locais onde haverá manta como forma de impermeabilização.

Durante a inspeção visual, verificou-se que no pavimento térreo, na parte frontal do edifício, foi considerado contrapiso interno em áreas externas. Além disso, não foi considerado contrapiso em sacadas (externo ou interno). O piso da escada também não recebeu camada de contrapiso no arquivo de inspeção.

A principal observação a respeito do contrapiso externo foi a falta de modelagem do mesmo em lajes do térreo. Para ambientes externos, o contrapiso é externo e deveria estar modelado.

A variação entre quantitativos A e B é de 4% para contrapiso interno e 9,8% para contrapiso externo. Os quantitativos provenientes do BIM são maiores tanto para contrapiso interno quanto para contrapiso externo. Como não há dados numéricos no arquivo de inspeção, fica difícil a execução de um diagnóstico comparativo entre a planilha de quantitativos tradicional e o quantitativo BIM.

5.2.4 Emboço interno

A diferença entre quantitativos para a atividade Emboço interno é de 2,7%. Durante a inspeção visual, foi observado que algumas paredes não receberam camada de emboço interno. No entanto, o total quantificado via BIM é maior do que o quantificado no método tradicional. Uma possível justificativa é a diferença de altura considerada no modelo BIM versus método tradicional de quantificação.

5.2.5 Emboço externo fachada e implantação e Emboço muros

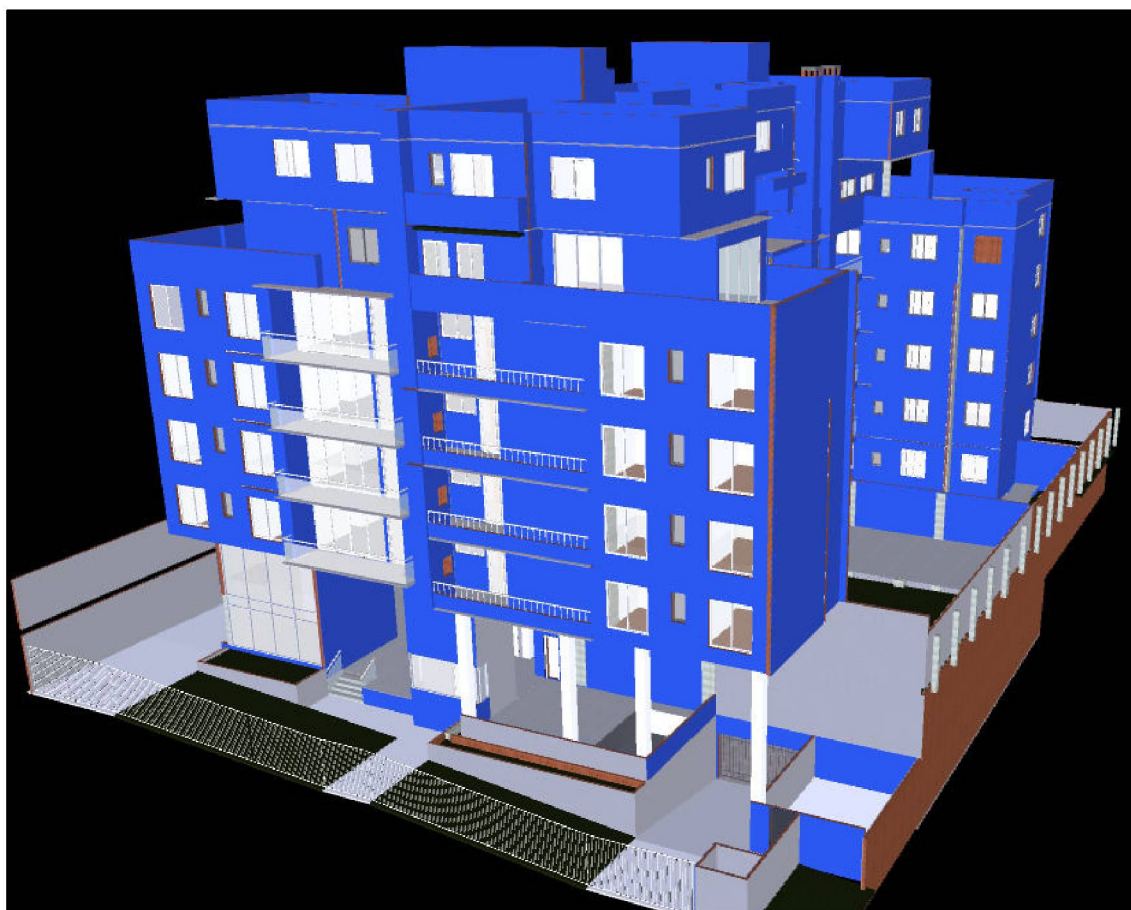
A verificação das atividades Emboço externo fachada e implantação e da atividade Emboço muros foi executada simultaneamente. Foi observado que, para a fachada, a modelagem está aprovada. No entanto, alguns muros no pavimento térreo deveriam estar modelados na atividade Emboço muros, e estão modelados na atividade Emboço externo fachada. A área de implantação é a região do térreo onde há floreiras, guarita e paredes na laje térrea que ficam na área externa e não são uma continuação da fachada.

Nos muros dos subsolos há locais onde não há emboço modelado. Nos muros do térreo, como dito anteriormente, devem ser feitos ajustes para que o emboço de muros de divisa entre apartamentos do térreo e áreas comuns estejam inseridos na atividade Emboço muros, e não na atividade Emboço externo fachada e implantação.

A correção destes detalhes possivelmente diminuiria as variações entre quantitativos, que são de 4,8% e 9,3% para as atividades Emboço externo fachada e implantação e Emboço muros, respectivamente.

A figura a seguir é uma captura de tela onde pode ser verificado o destaque para a atividade Emboço externo fachada e implantação. É necessário esconder camadas de textura (pintura externa) para visualizar a camada de emboço. Note que alguns muros na região frontal do térreo e nas divisas entre áreas comuns estão destacados. Isso significa um erro de modelagem que deve ser corrigido efetuando a troca para que seja contabilizado na atividade Emboço muros.

FIGURA 26 - CAPTURA DE TELA COM DESTAQUE PARA A ATIVIDADE DE EMBOÇO FACHADA E IMPLANTAÇÃO



Fonte: A autora (2018)

5.3 ETAPA 3: ALINHAMENTO E AJUSTES

As atividades que foram verificadas demonstram que o modelo não é plenamente válido, pois são necessários alguns ajustes nas atividades, conforme levantado em cada verificação realizada.

O próximo passo seria uma reunião entre equipe BIM e orçamentista responsável pela verificação (o orçamentista não faz parte da equipe BIM). Todas as diferenças devem ser relatadas para que seja gerada uma nova versão do modelo, dos quantitativos e do arquivo de inspeção. Um novo ciclo de inspeção visual poderá ser realizado a partir do novo arquivo de inspeção. Este processo deverá ser realizado até que todas as atividades modeladas sejam validadas pelo orçamentista responsável pela planilha orçamentária. Caso alguma atividade não seja validada, esta deverá ser quantificada de acordo com o processo tradicional, que não utiliza BIM.

As etapas descritas compõem um conjunto de orientações para serem utilizadas na modelagem, verificação e validação de quantitativos obtidos através de um modelo 5D como no processo do estudo empírico descrito. Considerações sobre a verificação dos quantitativos serão descritas a seguir, no capítulo de conclusão desta pesquisa.

5.4 VALIDADE DO ESTUDO EMPÍRICO

Nesta seção será feita uma análise sobre a validade do estudo empírico, afim de verificar a qualidade da pesquisa. De acordo com Yin (2001), quatro testes vêm sendo comumente utilizados para determinar a qualidade de qualquer pesquisa. São eles:

- validade do constructo;
- validade interna;
- validade externa;
- confiabilidade.

O estudo empírico mostrou todos os dados existentes. Deixando claro, inclusive, a falta de alguns dados. Outra evidência foi a variação entre dados (tradicional *versus* BIM. Esta possibilidade de comparação entre dois conjuntos

permitiu a validade do constructo pois durante a verificação do arquivo de inspeção, explicações sobre a variabilidade foram dadas não apenas de acordo com a opinião da autora, mas também de acordo com a variação entre quantidades. Este encadeamento de evidências minimiza a subjetividade do processo de verificação.

A validade interna de um estudo empírico pode ser verificada quando O tratamento de um fato causa o resultado (“A” causa “B?”). De acordo com o estudo empírico desta pesquisa, a orientação dada para a modelagem permitiu (ou seja: causou) a obtenção de quantitativos adequados para a estrutura orçamentária do empreendimento X. Portanto, este é um teste positivo para a validade interna do estudo empírico.

Os resultados da pesquisa podem ser aplicados a outras empresas do setor, visto que a necessidade de orientação para a modelagem BIM visando obter um conjunto de quantitativos válido para determinada estrutura orçamentária é um problema recorrente em empresas que estão iniciando a contratação de processos com BIM. Não é um caso isolado. Com isso, existe a possibilidade de generalização da pesquisa, tornando mais consistente a validade externa.

A confiabilidade da pesquisa pode ser embasada sobre dois aspectos. Um deles é que, o processo de modelagem BIM descrito não foi realizado pela autora, mas por um terceiro. Este processo de modelagem se mostrou coerente de acordo com os resultados obtidos. De fato, é um modelo BIM que fornece quantitativos voltados para a estrutura orçamentária. O outro aspecto é que, os quantitativos e o orçamento obtidos no processo tradicional foram realizados pela autora. Portanto, há uma maior confiança neste processo. Além disso, este orçamento é fruto de um serviço remunerado, que será utilizado para as decisões financeiras e operacionais da empresa S. Isso exige grande seriedade no trabalho executado. Grandes erros de quantificação implicam em fluxos de caixa equivocados, e podem causar transtorno para obras financiadas, como é o caso do empreendimento X.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema que motivou a realização desta pesquisa foi a dificuldade encontrada no processo orçamentário que utiliza quantitativos gerados pelo BIM e planilhas orçamentárias específicas em empresas de construção civil. Como a estrutura da planilha orçamentária varia entre empresas, o modelo BIM deve ser adequado para que os dados se transformem em informação passível de ser utilizada, retratando as particularidades da quantificação. Portanto, para que um modelo BIM atenda à estrutura da planilha orçamentária, foram traçados os objetivos da pesquisa.

O objetivo geral, que é propor uma forma de validar os quantitativos obtidos de um modelo BIM, foi atingido. Através do desenvolvimento do estudo empírico, etapas de inspeção do modelo BIM permitem a validação dos quantitativos de cada atividade modelada.

Através da pesquisa também foi possível descrever como deve ser orientada a modelagem BIM para que o modelo forneça os quantitativos de acordo com a planilha orçamentárias das empresas. O estudo empírico demonstrou que é possível adequar o modelo BIM para atender necessidades específicas de cada processo orçamentário.

Outras considerações serão descritas a seguir. Primeiramente, considerações a respeito da revisão sistemática da literatura. Posteriormente, considerações sobre o estudo empírico e a verificação do modelo.

6.1 CONSIDERAÇÕES SOBRE A REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Um dos objetivos da revisão sistemática da literatura, com base nas questões norteadoras, seria obter maneiras de validar um modelo BIM que serviu como base para a quantificação de atividades de um orçamento. Não houve resposta para essa questão. Uma vez que o conteúdo dos artigos aderentes não pode responder de modo prático esta questão. No entanto, a reflexão da autora com relação ao motivo pelo qual não foi possível obter tais recomendações para a validação do modelo pode ser respondida através dos resultados apresentados no capítulo 3.

Basicamente, não há um padrão para a forma de orçamentação. Essa falta de padronização leva a lenta adoção de BIM no processo orçamentário. No entanto, normas que visam a organização e padronização de elementos e processos podem

colaborar com a adoção de BIM no processo orçamentário. A NBR 15965 (Sistema de classificação da informação da construção) define uma terminologia e sistema de classificação para todos os componentes, processos, espaços, unidades, materiais, equipamentos e suas respectivas propriedades que integram a construção. Embora ainda de modo parcial ela já é uma referência fundamental para os processos de interoperabilidade e colaboração BIM funcionarem. (LEUSIN, 2018). A NBR 12006-2 (Construção de edificação - Organização de informação da construção. Parte 2: estrutura para classificação) define uma estrutura e um conjunto de títulos recomendados de tabelas apoiados em definições.

Com base nos resultados da RSL, nota-se que a subjetividade imposta no processo orçamentário dificulta a automatização. Porém, o uso de ontologias (conjuntos de regras e recomendações) procuram maneiras para fornecer inteligência artificial para as máquinas. Uma das ferramentas é a Web-semântica, ou simplesmente semântica. Criar processos que forneçam maior capacidade de compreensão das informações, de forma que seja possível atrelar um raciocínio ao software, é uma das chaves para a orçamentação e quantificação em BIM. Um exemplo de uso de semântica no software é a obtenção de um quantitativo de emboço interno onde os vãos (portas/janelas) menores que 2 metros quadrados pudessem ser incluídos nas quantidades. Isso é comum nas quantificações, visto que a forma de pagamento da mão de obra se dá desta maneira.

Além disso, percebe-se que o trabalho colaborativo também é primordial no processo orçamentário com BIM. O modelador e o orçamentista devem trabalhar juntos, logo na fase inicial do projeto. De acordo com os artigos aderentes, o modelo deve possuir um nível de detalhe suficiente para a quantificação, e deve permitir a extração de quantitativos de acordo com a divisão orçamentária ou Estrutura Analítica do Projeto (EAP). Em alguns casos há necessidade de mudança na forma de modelagem para que o modelo forneça todos os dados necessários. Isso é um aspecto que pode dificultar a integração do trabalho entre modelador e orçamentista, visto que o modelador deverá adaptar a forma de modelagem de acordo com cada cliente. Uma solução seria esclarecer o escopo do trabalho já no início da contratação dos modeladores e projetistas.

Finalmente, os autores afirmam que o BIM não é uma ferramenta de fácil manuseio, e que a quantificação em BIM não é 100% automática. É necessário manipular os dados para obter a informação necessária. No entanto, a redução de

erros e economia de tempo são fatores compensadores para as equipes de projetos e orçamentistas que estão em busca da implementação e uso de modelagem da informação da construção em seu processo de trabalho diário.

6.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ESTUDO EMPÍRICO

A contratação de tecnologia BIM agregou diversos benefícios ao processo de concepção do projeto e orçamentação para o empreendimento estudado. O primeiro benefício foi a rápida visualização 3D do projeto. Além disso, o BIM permite maior agilidade na tomada de decisão quando são estudadas alterações no projeto. As análises sempre existiram. Porém, com o BIM, é notável a maior velocidade no processo. A alteração do orçamento se mostrou mais rápida no processo BIM do que no processo tradicional. Um dos motivos para a maior velocidade se dá pelo fato da comunicação entre o modelo e o orçamento.

A velocidade e a comunicação entre modelo e orçamento transformam o BIM em uma poderosa ferramenta de simulação e otimização. Conforme mostrou o estudo empírico, em algumas horas foi possível obter um novo orçamento para o empreendimento devido a alteração de altura entre pavimentos.

A estudo empírico forneceu diversas análises acerca do processo orçamentário tradicional e para o processo orçamentário em BIM. Conforme apontam os resultados, percebeu-se que os quantitativos obtidos de processos tradicionais tem utilização além da orçamentação. São usados em compras de insumos. Já os quantitativos BIM não estavam adequados para este fim. Apesar da utilização dos quantitativos no processo de compras não ser o foco direto da pesquisa, é importante salientar que, para adequar os quantitativos BIM ao processo de compras, seria necessário um reajuste no valor do contrato da empresa responsável pela modelagem BIM.

Algumas quantidades necessárias para a análise dos resultados não foram geradas no processo BIM. Além disso, grande variação entre os quantitativos BIM e tradicional foi percebida. Apesar de resultar em uma diferença de 1,3% no custo final do empreendimento, não é um resultado satisfatório quando o resultado é comparado dentro de cada atividade. Os motivos apontados para esta variabilidade permeiam a necessidade de maior comunicação entre os envolvidos, para que a subjetividade do processo orçamentário pudesse ser minimizada.

6.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE A VERIFICAÇÃO DOS QUANTITATIVOS BIM

Os quantitativos gerados pelo BIM possuem grande potencial para serem utilizados em uma planilha orçamentária gerenciada por alguém que não está dentro da equipe BIM. Entretanto, durante a modelagem é importante que se estabeleça frequência na comunicação entre o responsável pela planilha orçamentária e a equipe BIM. Desta forma, ao término da modelagem, menos ajustes serão necessários para a validação das atividades.

Conforme mostra a revisão sistemática da literatura e o estudo empírico, a dificuldade de adequar o modelo BIM ao orçamento é decorrente da subjetividade existente no processo orçamentário e da falta de padrão na orçamentação. Por isso a comunicação é o fator primordial para que a validação do modelo aconteça. Finalmente, a utilização de BIM permite eliminar a forma de quantificação tradicional para muitas atividades da planilha orçamentária.

6.4 SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

As possibilidades levantadas para pesquisas futuras são:

- Aplicação das orientações para modelagem visando criar um modelo cujos quantitativos atendam a estrutura orçamentária de outra empresa;
- Diretrizes para orçamentação com utilização de BIM apoiados pelas normas NBR 12006 e NBR 15965;
- Padronização da estrutura orçamentária para facilitar a implementação de BIM no processo orçamentário.

REFERÊNCIAS

- ABANDA, F. H.; KAMSU-FOGUEM, B.; TAH, J. H. M., BIM – New rules of measurement ontology for construction cost estimation, **Engineering Science and Technology, an International Journal**, v. 20, p. 443–459, 2017.
- BRYDE, D.; BROQUETAS, M.; VOLM J. M. The project benefits of Building Information Modeling (BIM). **International Journal of Project Management**. v.31, p. 971-980, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0263786312001779>>. Acesso em: 01/05/2015.
- CBIC – CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **10 Motivos para evoluir com o BIM** Disponível em: <http://cbic.org.br/arquivos/CBIC_Guia_10%20Motivos_para%20Evoluir_o_BIM.pdf>. Acesso em 22/08/2018.
- CHO, J. H.; SON, B. S.; CHUN, J. Y., Application of OLAP Information Model to Parametric Cost Estimate and BIM, **Journal of Asian Architecture and Building Engineering**, v. 10, n. 2, p. 319-326, 2011.
- CIRIBINI, A. L. C.; VENTURA, S. M.; PANERONI, M., Implementation of an interoperable process to optimize design and construction phases of a residential building: A BIM Pilot Project, **Automation in Construction**, v. 71, p. 62-73, 2016.
- COELHO, R. S. de A. **Planejamento e controle de custos nas edificações**. São Luís: UEMA, 2006.
- CORDEIRO, F. R. F. S. **Orçamento e controle de custos na construção civil**. 65 f. Monografia para Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia UFMG. Belo Horizonte, 2007
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors. 2nd edition. USA, 2011.
- ENGEL, G. I. Pesquisa-ação. **Educar, Editora da UFPR**. N. 16, p. 181-191, Curitiba. 2000.
- FENATO, T. M. **Método de modelagem BIM com o emprego do REVIT para extração de quantitativos de orçamentos com abordagem operacional**. 207p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações) – Setor de Tecnologia da Universidade Federal de Londrina, Londrina, 2017.
- FIRAT, C. E.; ARDITI, D.; HAMALAINEM, J.; STENSTRAND, J.; KIIRAS, J. Quantity takeoff in model-based systems. In 27th CIB W78 CONFERENCE, 2010. Cairo. Proceedings... Cairo, CIB 2010.
- FLORIO, W. Contribuições do Building Information Modeling no processo de projeto em arquitetura. ENCONTRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3, 2007, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: TIC2007, 2007.

FONTENELE FILHO, J. O.; CORREIA NETO, J. F. Análise da importância de ferramentas para gestão de custos no ambiente da construção civil. In: Congresso Brasileiro de Custos, 11, 2014, Natal, RN. **Anais...** Natal, 2014. Disponível em: < <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3654>>, Acesso em 11/09/2017.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. C. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**. v. 13, n. 1, p. 183-184, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

HARRISON, C.; THURNELL, D., BIM implementation in a New Zealand consulting quantity surveying practice, **International Journal of Construction Supply Chain Management**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2015.

HARTMANN, T.; MEERVELD, H.; VOSSEBELD B.; ADRIAANSE, A., Aligning building information model tools and construction management methods, **Automation in Construction**, v. 22, p. 605-613, 2012.

KERN, A. P. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção**. Tese. Doutorado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2005.

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

LAWRENCE, M.; POTTINGER, R.; STAUB-FRENCH, S.; NEPAL, M. P., Creating flexible mappings between Building Information Models and cost information, **Automation in Construction**, v. 45, p. 107-118, 2014.

LEE, S.; KIM, K.; YU, J., BIM and ontology-based approach for building cost estimation, **Automation in Construction**, v. 41, p. 96-105, 2014.

LEUSIN, S. **BIM: Orçamentos e estimativas de custos**. Disponível em: <https://www.construliga.com.br/blog/bim-orcamentos-e-estimativas-de-custos/>. Acesso em 06/06/2018.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

LIU, H.; LU, M.; AL-HUSSEIN, M., Ontology-based semantic approach for construction-oriented quantity take-off from BIM models in the light-frame building industry, **Advanced Engineering Informatics**, v. 30, p. 190-207, 2016.

LU, Q.; WON, J.; CHENG, J. C. P., A financial decision-making framework for construction projects based on 5D Building Information Modeling (BIM), **International Journal of Project Management**, v. 34, p. 3-21, 2016.

- MA, Z.; LIU, Z., BIM-based intelligent acquisition of construction information for cost estimation of Building projects, **Procedia Engineering**, v. 85, p. 358-367, 2014.
- MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de um método para elaboração de redes de composição de custos para orçamentação de obras de edificações**. 238f. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.
- MONTEIRO, A.; MARTINS, J. P., A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design, **Automation in Construction**, v. 35, p. 238-253, 2013.
- NIKNAM, M.; KARSHENAS, S., Integrating distributed sources of information for construction cost estimating using SemanticWeb and SemanticWeb Service Technologies, **Automation in Construction**, v. 57, p. 222-238, 2015.
- OBA, M. M. **O projeto de readequação visando a construção mais sustentável no edifício moderno: estudo de caso sobre o centro politécnico da UFPR**. 132p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- PEREIRA FILHO, J. I.; ROCHA, R. A.; MORAIS DA SILVA, L. Planejamento e controle da produção na Construção Civil para gerenciamento de custos. **XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção**. 8 p. Florianópolis. 2004.
- PORTAL DA INDÚSTRIA. **SondEsp 60 - Uso de Tecnologia na Indústria da Construção**. Mai/2015. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/cn/i/publicacoes-e-estatisticas/estatisticas/2015/06/1,64061/sondesp-60-uso-de-tecnologia-na-industria-da-construcao.html>>, acesso em 25/04/2016.
- SABOL, L. **Challenges in cost estimating with Building Information Modeling**. IFMA World Workplace. 2008.
- SAKAMORI, M. M. **Modelagem 5D (BIM) - Processo de orçamentação com estudo sobre controle de custos e valor agregado para empreendimentos de construção civil**. 177p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) – Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.
- SUCCAR, B., Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders, **Automation in Construction**, v. 18, p. 357-375, 2009
- WANG, K.; WANG, W.; WANG, H.; HSU, P.; WU, W.; KUNG, C., Applying building information modeling to integrate schedule and cost for establishing construction progress curves, **Automation in Construction**, v. 72, p. 397-410, 2016.
- XU, S.; LIU, K.; TANG, L. C. M.; LI, W., A framework for integrating syntax, semantics and pragmatics for computer-aided professional practice: With application of costing in construction industry, **Computers in Industry**, v. 83, p. 28-45, 2016.
- YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

APÊNDICE 1 – ORÇAMENTO COM QUANTITATIVOS A (PROCESSO TRADICIONAL)

continua

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANT MÃO DE OBRA	QUANT MAT.	UN	CUSTO UNIT. DA MÃO DE OBRA	CUSTO UNIT. DO MAT.	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE: MAT + MO
1.0	PROJETOS, CONSULTORIA E SEGUROS						R\$ 608.244,27
1.1	Projeto arquitetônico	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 17,00	R\$ 122.941,62
1.2	Projetos complementares	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 42,00	R\$ 303.738,12
1.3	Consultoria e serviços de engenharia	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 5,78	R\$ 41.763,99
1.4	Seguro de risco de engenharia	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 2,01	R\$ 14.508,56
1.5	Ministério do trabalho e emprego	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 17,33	R\$ 125.291,97
2.0	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS						R\$ 122.798,99
2.1	Locação containers e banheiros	26	26	mês	R\$ 0,00	R\$ 1.386,00	R\$ 36.036,00
2.2	Tapumes	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,29	R\$ 1,16	R\$ 10.441,00
2.3	Sinalização no canteiro e extintores	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,12	R\$ 0,46	R\$ 4.176,40
2.4	Instalações e equipamentos do canteiro	200	200	m²	R\$ 115,50	R\$ 115,50	R\$ 46.200,00
2.5	Ligações provisórias canteiro (hidráulica, elétrica, etc)	200	200	m²	R\$ 23,10	R\$ 23,10	R\$ 9.240,00
2.6	Locação obra + serviços topografia	7231,86	7231,86	m²	R\$ 1,16	R\$ 1,16	R\$ 16.705,60
3.0	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO						R\$ 222.031,92
3.1	Segurança do trabalho: guarda corpos, proteções, bandeirão, linhas de vida + 2 funcionários por dia	7231,86	7231,86	m²	R\$ 8,27	R\$ 19,30	R\$ 199.427,67
3.2	Tela de fachada	2922	2922	m²	R\$ 2,31	R\$ 4,04	R\$ 18.561,75
3.3	PCMAT	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 4.042,50	R\$ 4.042,50
4.0	EQUIPAMENTOS ALUGADOS E FERRAMENTAS						R\$ 299.828,75
4.1	Balancins e andaimes	3599	3599	m²	R\$ 0,00	R\$ 15,65	R\$ 56.302,25
4.2	Aluguel de equipamentos diversos (marteleto, bomba, etc...)	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 2.310,00	R\$ 62.370,00
4.3	Compras de ferramentas, EPI's, equipamentos + caixinha	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 1.732,50	R\$ 46.777,50
4.4	Elevador de Cremalheira: aluguel e manutenção	9	9	mês	R\$ 231,00	R\$ 9.240,00	R\$ 85.239,00
4.5	Guinchos: compra, aluguel e manutenção	15	15	mês	R\$ 231,00	R\$ 1.155,00	R\$ 20.790,00
4.6	Equipamentos danificados: cubetas quebradas, escoras danificadas, bombas queimadas, etc	27	27	mês	R\$ 525,00	R\$ 525,00	R\$ 28.350,00
5.0	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA						R\$ 1.035.070,41
5.1	Equipe de obra: 83% 1 engenheiro, 1,5 mestres, 1 almoxarife, 1 técnico de segurança, 2 operadores	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 35.159,69	R\$ 949.311,66
5.2	Material de escritório	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 115,50	R\$ 3.118,50
5.3	Consumo água, luz, telefone, internet	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 2.310,00	R\$ 62.370,00
5.4	Plotagens	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 115,50	R\$ 3.118,50

continua

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANT MÃO DE OBRA	QUANT MAT.	UN	CUSTO UNIT. DA MÃO DE OBRA	CUSTO UNIT. DO MAT.	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE: MAT + MO
5.5	Vigilância de obra / alarme monitorado	27	27	mês	R\$ 519,75	R\$ 115,50	R\$ 17.151,75
6.0	LIMPEZA						R\$ 402.970,07
6.1	PGRCC	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 2.310,00	R\$ 2.310,00
6.2	Limpeza semanal de obra e materiais de limpeza (faxina)	24	24	mês	R\$ 401,94	R\$ 92,40	R\$ 11.864,16
6.3	Limpeza do canteiro + frente obra (empreiteiros)	24	24	mês	R\$ 5.544,00	R\$ 4.735,50	R\$ 246.708,00
6.4	Limpeza permanente da obra - apartamentos e área comum	7866,95	7866,95	m²	R\$ 4,64	R\$ 0,00	R\$ 36.481,60
6.5	Limpeza permanente da obra - fachada e implantação	6979,7	6979,7	m²	R\$ 6,03	R\$ 0,00	R\$ 42.081,31
6.6	Retirada de entulho (sem MTR)	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 17.325,00	R\$ 17.325,00
6.7	Retirada de resíduos classe A, B, C, D (com MTR)	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 46.200,00	R\$ 46.200,00
7.0	TRANSPORTES						R\$ 46.777,50
7.1	Fretes e munck - diversos (não pertence a outros itens)	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 462,00	R\$ 12.474,00
7.2	Ajudantes de transporte, carga e descarga	27	27	mês	R\$ 693,00	R\$ 0,00	R\$ 18.711,00
7.3	Testada de obra para carga e descarga	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 577,50	R\$ 15.592,50
8.0	MOVIMENTO DE TERRA						R\$ 383.541,67
8.1	Limpeza inicial do terreno e demolição	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00
8.2	Escavação terreno + transporte de terra (bota-fora)	11805,36	11805,36	m³	R\$ 1,73	R\$ 16,17	R\$ 211.345,46
8.3	Bota-fora material fundação e contenção	1787,3	1787,3	m³	R\$ 0,00	R\$ 15,02	R\$ 26.835,83
8.4	Aluguel de máquinas de movimento de terra	120	120	dia	R\$ 635,25	R\$ 0,00	R\$ 76.230,00
8.5	Aterro com rachão/saibro	1037	1037	m³	R\$ 0,00	R\$ 47,36	R\$ 49.130,39
9.0	ENSAIOS E CONTROLES						R\$ 112.126,87
9.1	Concreto: controle tecnológico, moldagens, ensaios	3537,29	3537,29	m³	R\$ 0,00	R\$ 13,86	R\$ 49.026,87
9.2	Ensaio de argamassa/arrancamento	1	1	vb	R\$ 17.325,00	R\$ 0,00	R\$ 17.325,00
9.3	Ensaio de continuidade/aterramento	1	1	vb	R\$ 5.775,00	R\$ 0,00	R\$ 5.775,00
9.4	Ensaio para estacas da fundação	1	1	vb	R\$ 20.000,00	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00
9.5	Ensaio para norma de desempenho	1	1	vb	R\$ 20.000,00	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00
10.0	CONTENÇÃO E FUNDAÇÃO						R\$ 1.887.705,33
10.1	CONTENÇÃO						R\$ 1.096.666,63
10.1.1	Contenção: furação estaca + mobilização	3383,3	3383,3	m	R\$ 0,00	R\$ 31,77	R\$ 107.489,88
10.1.2	Contenção: concreto estaca + bombeamento	471,9	542,7	m³	R\$ 50,00	R\$ 287,60	R\$ 179.668,49
10.1.3	Contenção: aço estaca	93733,1	93733,1	kg	R\$ 0,00	R\$ 4,49	R\$ 420.800,70
10.1.4	Tirantes + protensão + máquina + mobilização	827,5	827,5	m	R\$ 123,42	R\$ 100,17	R\$ 185.027,49
10.1.5	Concreto vigas coroamento/solidarização + bomb.	119,4	137,3	m³	R\$ 550,00	R\$ 288,75	R\$ 105.335,90
10.1.6	Aço vigas coroamento/solidarização	25197,6	25197,6	kg	R\$ 0,00	R\$ 3,47	R\$ 87.309,75

continua

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANT MÃO DE OBRA	QUANT MAT.	UN	CUSTO UNIT. DA MÃO DE OBRA	CUSTO UNIT. DO MAT.	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE: MAT + MO
10.1.7	Formas vigas coroamento/solidarização	477,7	477,7	m²	R\$ 0,00	R\$ 23,10	R\$ 11.034,41
10.2	FUNDAÇÃO						R\$ 791.038,70
10.2.1	Fundação: furação estaca + mobilização	1633	1633	m	R\$ 0,00	R\$ 39,27	R\$ 64.127,91
10.2.2	Fundação: concreto estaca + bombeamento	315	362	m³	R\$ 50,00	R\$ 287,60	R\$ 119.931,29
10.2.3	Fundação: aço estaca	14490	14490	kg	R\$ 0,00	R\$ 4,49	R\$ 65.102,85
10.2.4	Concreto blocos e vigas baldrame + bombeamento	370	407	m³	R\$ 425,00	R\$ 288,75	R\$ 274.994,04
10.2.5	Aço blocos e vigas baldrame	44436	44436	kg	R\$ 1,96	R\$ 3,47	R\$ 241.220,83
10.2.6	Forma blocos e vigas baldrame	1111	1111	m²	R\$ 0,00	R\$ 23,10	R\$ 25.661,79
11.0	ESTRUTURA CONCRETO ARMADO						R\$ 2.946.631,77
11.1	Aço: estrutura	183291	201620	kg	R\$ 1,96	R\$ 3,47	R\$ 1.058.506,10
11.2	Concreto: estrutura	1880	2068	m³	R\$ 433,13	R\$ 288,75	R\$ 1.411.184,78
11.3	Nivelamento de lajes	7231,86	7231,86	m²	R\$ 4,62	R\$ 0,00	R\$ 33.411,19
11.4	Escoramento (aluguel ou compra)	9171,40	9171,40	m²	R\$ 0,00	R\$ 17,33	R\$ 158.894,51
11.5	Forma e desforma (aluguel ou compra)	14936	16429	m²	R\$ 0,00	R\$ 17,33	R\$ 284.635,20
12.0	PAREDES, COBERTURA E CHURRASQUEIRAS						R\$ 1.080.590,43
12.1	PAREDES						R\$ 917.541,63
12.1.1	Alvenaria geral, platibandas, chaminés, dutos, guarda corpo	10574,9	10455,2	m²	R\$ 26,25	R\$ 36,96	R\$ 664.014,88
12.1.2	Vergas e pilaretes para alvenarias	1269	29	m/m³	R\$ 34,65	R\$ 404,25	R\$ 55.512,73
12.1.3	Muros (subsolos e implantação)	1253,3	1253,3	m²	R\$ 87,03	R\$ 51,98	R\$ 174.214,03
12.1.4	Paredes em drywall ou placa cimentícia (shafts)	238	238	m²	R\$ 30,00	R\$ 70,00	R\$ 23.800,00
12.2	COBERTURA						R\$ 102.757,80
12.2.1	Cobertura com telhas + estrutura de madeira	355,7	355,7	m²	R\$ 115,50	R\$ 86,63	R\$ 71.901,93
12.2.2	Calhas e rufos para cobertura e muros	355,7	355,7	m²	R\$ 0,00	R\$ 86,74	R\$ 30.855,87
12.3	CHURRASQUEIRA						R\$ 60.291,00
12.3.1	Churrasqueira: alvenaria + dutos, tijolo refratário e registros	36	36	cj	R\$ 288,75	R\$ 1.386,00	R\$ 60.291,00
13.0	IMPERMEALIZAÇÃO						R\$ 378.068,00
13.1	Cristalização	1505,3	1505,3	m²	R\$ 36,96	R\$ 51,98	R\$ 133.873,86
13.2	Manta + proteção mecânica	1566,1	1566,1	m²	R\$ 80,85	R\$ 75,08	R\$ 244.194,14
14.0	CONTRAPISO E EMBOÇO - INTERNO E EXTERNO						R\$ 1.281.197,32
14.1	Contrapiso interno	4.097,7	4.097,7	m²	R\$ 18,90	R\$ 10,50	R\$ 120.471,50
14.2	Contrapiso externo	1.736,3	1.736,3	m²	R\$ 18,90	R\$ 10,50	R\$ 51.046,63
14.4	Emboço interno	16.008,0	14.399,8	m²	R\$ 31,50	R\$ 8,09	R\$ 620.675,25
14.5	Emboço externo fachada e implantação * (exceto muros) Inclui toda a parte de cobertura e área técnica + muros do terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	6.572,06	6.659,1	m²	R\$ 38,85	R\$ 14,44	R\$ 351.465,97
14.6	Emboço muros	1.312,9	1.312,9	m²	R\$ 34,65	R\$ 17,33	R\$ 68.237,98
14.7	Preparação do poço do elevador	2	2	vb	R\$ 23.100,00	R\$ 11.550,00	R\$ 69.300,00

continua

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANT MÃO DE OBRA	QUANT MAT.	UN	CUSTO UNIT. DA MÃO DE OBRA	CUSTO UNIT. DO MAT.	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE: MAT + MO
15.0	PINTURA E TEXTURA						R\$ 577.742,95
15.1	Pintura interna	13376,7	12632,7	m²	R\$ 18,55	R\$ 6,10	R\$ 325.167,43
15.2	Pintura subsolos: tubulação, vagas, faixas	2702,5	2702,5	m	R\$ 10,16	R\$ 2,54	R\$ 34.335,26
15.3	Pintura subsolos: paredes, pilares e teto	3461,5	3461,5	m²	R\$ 8,77	R\$ 3,28	R\$ 41.691,48
15.4	Textura rolada externa: muros térreos	601,4	601,4	m²	R\$ 13,34	R\$ 5,46	R\$ 11.308,74
15.5	Textura rolada interna: escadaria e área técnica	1667,0	1619,7	m²	R\$ 13,34	R\$ 5,46	R\$ 31.086,91
15.6	Textura projetada fachada e implantação* (exceto muros térreos)	4133,6	4117,0	m²	R\$ 13,86	R\$ 17,33	R\$ 128.618,20
15.7	Pintura piso: escadaria e área técnica	411,0	411,0	m²	R\$ 9,66	R\$ 3,81	R\$ 5.534,93
16.0	REVESTIMENTOS PISO, PAREDE, TETO						R\$ 1.209.496,45
16.1	Forro drywall	4106,3	4106,3	m²	R\$ 17,33	R\$ 40,43	R\$ 237.139,98
16.2	Porcelanato piso	1935,1	2516	m²	R\$ 34,65	R\$ 57,75	R\$ 212.328,85
16.3	Cerâmica piso	1955,3	2542	m²	R\$ 28,88	R\$ 28,88	R\$ 129.856,36
16.4	Cerâmica parede	3765	4326	m²	R\$ 28,88	R\$ 28,88	R\$ 233.632,04
16.5	Litocerâmica e porcelanato fachada e implantação	2406	2963	m²	R\$ 40,43	R\$ 57,75	R\$ 268.367,14
16.6	Piso laminado e piso vinílico	1222	1222	m²	R\$ 0,00	R\$ 57,75	R\$ 70.570,50
16.7	Rodapé de cerâmica ou porcelanato	991,8	991,8	m	R\$ 14,44	R\$ 9,63	R\$ 23.865,19
16.8	Rodapé de madeira	2920,9	2920,9	m	R\$ 5,78	R\$ 5,78	R\$ 33.736,40
17.0	GRANITO						R\$ 163.508,08
17.1	Bancada de granito + acessórios	79,8	79,8	m²	R\$ 147,84	R\$ 1.057,98	R\$ 96.212,38
17.2	Acabamento de granito em churrasqueira	36	36	cj	R\$ 140,26	R\$ 240,81	R\$ 13.718,66
17.3	Granito piso/pórtico elevadores e escadas	38,8	38,8	m²	R\$ 100,00	R\$ 600,00	R\$ 27.125,00
17.4	Soleiras	263,5	263,5	m	R\$ 25,92	R\$ 74,48	R\$ 26.452,05
18.0	ESQUADRIA DE MADEIRA, ALUMÍNIO E VIDROS						R\$ 1.248.739,62
18.1	Portas de madeira	483,0	483,0	m²	R\$ 41,23	R\$ 288,75	R\$ 159.382,03
18.2	Ferragens para portas de madeira	483,0	483,0	m²	R\$ 0,00	R\$ 40,43	R\$ 19.525,28
18.3	Esquadrias de alumínio + vidros	1017,51	1017,51	m²	R\$ 52,73	R\$ 767,56	R\$ 834.652,88
18.4	Guarda corpo com corrimão - externo (sacada, LT e térreo)	216,8	216,8	m²	R\$ 52,73	R\$ 767,56	R\$ 177.814,18
18.5	Guarda corpo com corrimão - interno (duplex e mezanino)	27,8	27,8	m²	R\$ 150,00	R\$ 600,00	R\$ 20.820,00
18.6	Esquadria e vidro para janela especial guarita	7,8	7,8	m²	R\$ 0,00	R\$ 1.083,39	R\$ 8.476,44
18.7	Brise fachada	35,9	35,9	m²	R\$ 50,22	R\$ 731,01	R\$ 28.068,81
19.0	ESQUADRIAS DE FERRO E ITENS METÁLICOS EM GERAL						R\$ 99.928,03
19.1	Porta corta-fogo	18	18	cj	R\$ 236,25	R\$ 535,50	R\$ 13.891,50
19.2	Janela de aço escadaria	10,4	10,4	m²	R\$ 0,00	R\$ 765,19	R\$ 7.957,95
19.3	Alçapão, escada marinho, grelhas rampa	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 5.800,00	R\$ 5.800,00
19.4	Corrimão metálico simples	245	245	m	R\$ 0,00	R\$ 46,20	R\$ 11.319,00

conclusão

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANT MÃO DE OBRA	QUANT MAT.	UN	CUSTO UNIT. DA MÃO DE OBRA	CUSTO UNIT. DO MAT.	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE: MAT + MO
19.5	Portão de veículos	42,3	42,3	m²	R\$ 0,00	R\$ 550,00	R\$ 23.265,00
19.6	Gradil frontal com portão de pedestres e ventilação subsolo	81,6	81,6	m²	R\$ 0,00	R\$ 462,00	R\$ 37.694,58
20.0	INSTALAÇÕES DE INFRAESTRUTURA						R\$ 1.249.829,86
20.1	Instalações elétricas + infra telefônica, interfone, portões, CFTV, aterramento, painel fotovoltaico	7231,86	7231,86	m²	R\$ 36,75	R\$ 19,06	R\$ 403.592,03
20.2	Fios e quadros	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 11,55	R\$ 83.527,98
20.3	Instalações hidráulicas	7231,86	7231,86	m²	R\$ 36,75	R\$ 23,10	R\$ 432.826,82
20.4	Ligação da obra à rede de água, esgoto, gás, luz	70	70	m	R\$ 363,59	R\$ 104,69	R\$ 32.779,98
20.5	Instalações de gás	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 5,78	R\$ 41.763,99
20.6	Instalações de ar condicionado	139	139	pontos	R\$ 0,00	R\$ 1.200,00	R\$ 166.800,00
20.7	Drenagem vertical e horizontal	1524	1524	m²	R\$ 41,58	R\$ 16,52	R\$ 88.539,06
21.0	EQUIPAMENTOS						R\$ 432.463,21
21.1	Elevadores principais	2	2	cj	R\$ 0,00	R\$ 120.750,00	R\$ 241.500,00
21.2	Elevador cobertura duplex	1	1	vb	R\$ 6.300,00	R\$ 14.700,00	R\$ 21.000,00
21.3	Automação: interfone, telefone, motores portões	36	36	cj	R\$ 178,50	R\$ 420,00	R\$ 21.546,00
21.4	CFTV:	1	1	vb	R\$ 10.500,00	R\$ 52.500,00	R\$ 63.000,00
21.5	Equipamentos de incêndio	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 2,10	R\$ 15.186,91
21.6	Aquecedor de passagem	35	35	apto s	R\$ 107,10	R\$ 721,98	R\$ 29.017,80
21.7	Bombas definitivas (exceto da piscina)	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 8.662,50	R\$ 8.662,50
21.8	Equipamentos para piscina	1	1	vb	R\$ 8.190,00	R\$ 24.360,00	R\$ 32.550,00
22.0	ITENS DE ACABAMENTO						R\$ 190.095,65
22.1	Louças	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 77.991,61	R\$ 77.991,61
22.2	Metais	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 37.558,01	R\$ 37.558,01
22.3	Cubas inox	38	38	pç	R\$ 0,00	R\$ 86,10	R\$ 3.271,80
22.4	Tomadas e interruptores	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 5,78	R\$ 41.763,99
22.5	Iluminação e sensores	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 28.875,00	R\$ 29.510,25
23.0	DECORAÇÃO						R\$ 239.992,04
23.1	Paisagismo	1474	1474	m²	R\$ 0,00	R\$ 30,00	R\$ 44.234,40
23.2	Móveis e marcenaria	306	306	m²	R\$ 0,00	R\$ 205,00	R\$ 62.801,75
23.3	Artefatos de madeira	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 3,47	R\$ 25.058,39
23.4	Equipamentos da academia	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 73.500,00	R\$ 73.500,00
23.5	Decoração de ambientes	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 10.145,00	R\$ 10.145,00
23.6	Placas área comum e unidades	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 14.610,00	R\$ 14.610,00
23.7	Eletrodomésticos	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 4.445,00	R\$ 4.445,00
23.8	Playground, brinquedoteca e office: equipamentos	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 5.197,50	R\$ 5.197,50
24.0	COMPLEMENTAÇÃO E MANUTENÇÃO						R\$ 256.867,17
24.1	Piso de concreto subsolo e rampas	1523,9	1523,9	m²	R\$ 25,41	R\$ 46,20	R\$ 109.125,76
24.2	Calçadas e meio fio	182,0	182,0	m²	R\$ 30,03	R\$ 46,20	R\$ 13.876,91
24.3	Funcionários de diária - serviços diversos e retrabalho	1	1	vb	R\$ 133.864,50	R\$ 0,00	R\$ 133.864,50

R\$ 16.476.246

**APÊNDICE 2 – LISTA DE ATIVIDADES DO ORÇAMENTO EM ORDEM
DECRESCENTE DE CUSTO (PARA FORMAÇÃO DA CURVA ABC). UTILIZANDO
OS QUANTITATIVOS A**

continua

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE MAT + MO	% GB	ABC
11.2	Concreto: estrutura	R\$ 1.411.184,78	8,6%	A
11.1	Aço: estrutura	R\$ 1.058.506,10	6,4%	A
5.1	Equipe de obra: 83% 1 engenheiro, 1,5 mestres, 1 almoxarife, 1 técnico de segurança, 2 operadores	R\$ 949.311,66	5,8%	A
18.3	Esquadrias de alumínio + vidros	R\$ 834.652,88	5,1%	A
12.1.1	Alvenaria geral, platibandas, chaminés, dutos, guarda corpo	R\$ 664.014,88	4,0%	A
14.4	Emboço interno	R\$ 620.675,25	3,8%	A
20.3	Instalações hidráulicas (inclui infra piscina)	R\$ 432.826,82	2,6%	A
10.1.3	Contenção: aço estaca	R\$ 420.800,70	2,6%	A
20.1	Instalações elétricas + infra telefônica, interfone, portões, CFTV, aterramento, painel fotovoltaico	R\$ 403.592,03	2,4%	A
14.5	Emboço externo fachada e implantação * (exceto muros)	R\$ 351.465,97	2,1%	A
15.1	Pintura interna	R\$ 325.167,43	2,0%	A
1.2	Projetos complementares	R\$ 303.738,12	1,8%	A
11.5	Forma e desforma (aluguel ou compra)	R\$ 284.635,20	1,7%	A
10.2.4	Concreto blocos e vigas baldrame + bombeamento	R\$ 274.994,04	1,7%	A
16.5	Litocerâmica e porcelanato fachada e implantação	R\$ 268.367,14	1,6%	A
6.3	Limpeza do canteiro + frente obra (empreiteiros)	R\$ 246.708,00	1,5%	A
13.2	Manta + proteção mecânica	R\$ 244.194,14	1,5%	A
21.1	Elevadores principais	R\$ 241.500,00	1,5%	A
10.2.5	Aço blocos e vigas baldrame	R\$ 241.220,83	1,5%	A
16.1	Forro drywall	R\$ 237.139,98	1,4%	A
16.4	Cerâmica parede	R\$ 233.632,04	1,4%	A
16.2	Porcelanato piso	R\$ 212.328,85	1,3%	A
8.2	Escavação terreno + transporte de terra (bota-fora)	R\$ 211.345,46	1,3%	A
3.1	Segurança do trabalho: guarda corpos, proteções, bandeirão, linhas de vida + 2 funcionários por dia	R\$ 199.427,67	1,2%	A
10.1.4	Tirantes + protensão + máquina + mobilização	R\$ 185.027,49	1,1%	A
10.1.2	Contenção: concreto estaca + bombeamento	R\$ 179.668,49	1,1%	A
18.4	Guarda corpo com corrimão - externo (sacada, LT e térreo)	R\$ 177.814,18	1,1%	A
12.1.3	Muros (subsolos e implantação)	R\$ 174.214,03	1,1%	A
20.6	Instalações de ar condicionado	R\$ 166.800,00	1,0%	A
18.1	Portas de madeira	R\$ 159.382,03	1,0%	A
11.4	Escoramento (aluguel ou compra)	R\$ 158.894,51	1,0%	A
13.1	Cristalização	R\$ 133.873,86	0,8%	A
24.3	Funcionários de diária - serviços diversos e retrabalho	R\$ 133.864,50	0,8%	A
16.3	Cerâmica piso	R\$ 129.856,36	0,8%	A
15.6	Textura projetada fachada e implantação* (exceto muros térreos) Inclui toda a parte de cobertura e área técnica externa + muros terraço + dobras para telhados + chaminés e dutos + floreiras	R\$ 128.618,20	0,8%	A
1.5	Ministério do trabalho e emprego	R\$ 125.291,97	0,8%	A
1.1	Projeto arquitetônico	R\$ 122.941,62	0,7%	A
14.1	Contrapiso interno	R\$ 120.471,50	0,7%	A
10.2.2	Fundação: concreto estaca + bombeamento	R\$ 119.931,29	0,7%	A
24.1	Piso de concreto subsolo e rampas	R\$ 109.125,76	0,7%	A
10.1.1	Contenção: furação estaca + mobilização	R\$ 107.489,88	0,7%	A
10.1.5	Concreto vigas coroamento/solidarização + bomb.	R\$ 105.335,90	0,6%	A
17.1	Bancada de granito + acessórios	R\$ 96.212,38	0,6%	B

continua

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE MAT + MO	% GB	ABC
20.7	Drenagem vertical e horizontal	R\$ 88.539,06	0,5%	B
10.1.6	Aço vigas coroamento/solidarização	R\$ 87.309,75	0,5%	B
4.4	Elevador de Cremalheira: aluguel e manutenção	R\$ 85.239,00	0,5%	B
20.2	Fios e quadros	R\$ 83.527,98	0,5%	B
22.1	Louças	R\$ 77.991,61	0,5%	B
8.4	Aluguel de máquinas de movimento de terra	R\$ 76.230,00	0,5%	B
23.4	Equipamentos da academia	R\$ 73.500,00	0,4%	B
12.2.1	Cobertura com telhas + estrutura de madeira	R\$ 71.901,93	0,4%	B
16.6	Piso laminado e piso vinílico	R\$ 70.570,50	0,4%	B
14.7	Preparação do poço do elevador	R\$ 69.300,00	0,4%	B
14.6	Emboço muros	R\$ 68.237,98	0,4%	B
10.2.3	Fundação: aço estaca	R\$ 65.102,85	0,4%	B
10.2.1	Fundação: furação estaca + mobilização	R\$ 64.127,91	0,4%	B
21.4	CFTV: circuito fechado de televisão (câmeras segurança)	R\$ 63.000,00	0,4%	B
23.2	Móveis e marcenaria	R\$ 62.801,75	0,4%	B
4.2	Aluguel de equipamentos diversos (marteleto, bomba, etc...)	R\$ 62.370,00	0,4%	B
5.3	Consumo água, luz, telefone, internet	R\$ 62.370,00	0,4%	B
12.3.1	Churrasqueira: alvenaria + dutos, tijolo refratário e registros	R\$ 60.291,00	0,4%	B
4.1	Balancins e andaimes	R\$ 56.302,25	0,3%	B
12.1.2	Vergas e pilaretes para alvenarias	R\$ 55.512,73	0,3%	B
14.2	Contrapiso externo	R\$ 51.046,63	0,3%	B
8.5	Aterro com rachão/saibro	R\$ 49.130,39	0,3%	B
9.1	Concreto: controle tecnológico, moldagens, ensaios	R\$ 49.026,87	0,3%	B
4.3	Compras de ferramentas, EPI's, equipamentos + caixinha	R\$ 46.777,50	0,3%	B
2.4	Instalações e equipamentos do canteiro	R\$ 46.200,00	0,3%	B
6.7	Retirada de resíduos classe A, B, C, D (com MTR)	R\$ 46.200,00	0,3%	B
23.1	Paisagismo	R\$ 44.234,40	0,3%	B
6.5	Limpeza permanente da obra - fachada e implantação	R\$ 42.081,31	0,3%	B
1.3	Consultoria e serviços de engenharia	R\$ 41.763,99	0,3%	B
20.5	Instalações de gás	R\$ 41.763,99	0,3%	B
22.4	Tomadas e interruptores	R\$ 41.763,99	0,3%	B
15.3	Pintura subsolos: paredes, pilares e teto	R\$ 41.691,48	0,3%	B
19.6	Gradil frontal com portão de pedestres e ventilação subsolo 1	R\$ 37.694,58	0,2%	B
22.2	Metais	R\$ 37.558,01	0,2%	B
6.4	Limpeza permanente da obra - apartamentos e área comum	R\$ 36.481,60	0,2%	B
2.1	Locação containers e banheiros	R\$ 36.036,00	0,2%	B
15.2	Pintura subsolos: tubulação, vagas, faixas	R\$ 34.335,26	0,2%	B
16.8	Rodapé de madeira	R\$ 33.736,40	0,2%	B
11.3	Nivelamento de lajes	R\$ 33.411,19	0,2%	B
20.4	Ligação da obra à rede de água, esgoto, gás, luz	R\$ 32.779,98	0,2%	B
21.8	Equipamentos para piscina	R\$ 32.550,00	0,2%	B
15.5	Textura rolada interna: escadaria e área técnica	R\$ 31.086,91	0,2%	B
12.2.2	Calhas e rufos para cobertura e muros	R\$ 30.855,87	0,2%	B
22.5	Iluminação e sensores	R\$ 29.510,25	0,2%	B
21.6	Aquecedor de passagem	R\$ 29.017,80	0,2%	C
4.6	Equipamentos danificados: cubetas quebradas, escoras danificadas, bombas queimadas, etc	R\$ 28.350,00	0,2%	C
18.7	Brise / fechamento lateral esquerda (lounge) - metálico?	R\$ 28.068,81	0,17%	C
17.3	Granito piso/pórtico elevadores e escadas	R\$ 27.125,00	0,2%	C
8.3	Bota-fora material fundação e contenção	R\$ 26.835,83	0,2%	C
17.4	Soleiras	R\$ 26.452,05	0,2%	C
10.2.6	Forma blocos e vigas baldrame	R\$ 25.661,79	0,2%	C

conclusão

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE MAT + MO	% GB	ABC
23.3	Artefatos de madeira (bancos, pergolados)	R\$ 25.058,39	0,2%	C
16.7	Rodapé de cerâmica ou porcelanato	R\$ 23.865,19	0,1%	C
12.1.4	Paredes em drywall ou placa cimentícia (shafts)	R\$ 23.800,00	0,1%	C
19.5	Portão de veículos	R\$ 23.265,00	0,1%	C
21.3	Automação: interfone, telefone, motores portões	R\$ 21.546,00	0,1%	C
21.2	Elevador cobertura duplex	R\$ 21.000,00	0,1%	C
18.5	Guarda corpo com corrimão - interno (duplex e mezanino)	R\$ 20.820,00	0,1%	C
4.5	Guinchos: compra, aluguel e manutenção	R\$ 20.790,00	0,1%	C
8.1	Limpeza inicial do terreno e demolição	R\$ 20.000,00	0,1%	C
9.4	Ensaio para estacas da fundação	R\$ 20.000,00	0,1%	C
9.5	Ensaio para norma de desempenho	R\$ 20.000,00	0,1%	C
18.2	Ferragens para portas de madeira	R\$ 19.525,28	0,1%	C
7.2	Ajudantes de transporte, carga e descarga	R\$ 18.711,00	0,1%	C
3.2	Tela de fachada	R\$ 18.561,75	0,1%	C
6.6	Retirada de entulho (sem MTR)	R\$ 17.325,00	0,1%	C
9.2	Ensaio de argamassa/arrancamento	R\$ 17.325,00	0,1%	C
5.5	Vigilância de obra / alarme monitorado	R\$ 17.151,75	0,1%	C
2.6	Locação obra + serviços topografia	R\$ 16.705,60	0,1%	C
7.3	Testada de obra para carga e descarga	R\$ 15.592,50	0,1%	C
21.5	Equipamentos de incêndio	R\$ 15.186,91	0,1%	C
23.6	Placas área comum e unidades	R\$ 14.610,00	0,1%	C
1.4	Seguro de risco de engenharia	R\$ 14.508,56	0,1%	C
19.1	Porta corta-fogo	R\$ 13.891,50	0,1%	C
24.2	Calçadas e meio fio	R\$ 13.876,91	0,1%	C
17.2	Acabamento de granito em churrasqueira	R\$ 13.718,66	0,1%	C
7.1	Fretes e munck - diversos (não pertence a outros itens)	R\$ 12.474,00	0,1%	C
6.2	Limpeza semanal de obra e materiais de limpeza (faxina)	R\$ 11.864,16	0,1%	C
19.4	Corrimão metálico simples (escadas de incêndio)	R\$ 11.319,00	0,1%	C
15.4	Textura rolada externa: muros térreos	R\$ 11.308,74	0,1%	C
10.1.7	Formas vigas coroamento/solidarização	R\$ 11.034,41	0,1%	C
2.2	Tapumes	R\$ 10.441,00	0,1%	C
23.5	Decoração de ambientes	R\$ 10.145,00	0,1%	C
2.5	Ligações provisórias canteiro (hidráulica, elétrica, etc)	R\$ 9.240,00	0,1%	C
21.7	Bombas definitivas (exceto da piscina)	R\$ 8.662,50	0,1%	C
18.6	Esquadria e vidro para janela especial guarita	R\$ 8.476,44	0,05%	C
19.2	Janela de aço escadaria	R\$ 7.957,95	0,0%	C
19.3	Alçapão, escada marinho, grelhas rampa	R\$ 5.800,00	0,0%	C
9.3	Ensaio de continuidade/aterramento	R\$ 5.775,00	0,0%	C
15.7	Pintura piso: escadaria e área técnica	R\$ 5.534,93	0,0%	C
23.8	Playground, brinquedoteca e office: equipamentos	R\$ 5.197,50	0,0%	C
23.7	Eletrodomésticos	R\$ 4.445,00	0,0%	C
2.3	Sinalização no canteiro e extintores	R\$ 4.176,40	0,0%	C
3.3	PCMAT	R\$ 4.042,50	0,0%	C
22.3	Cubas inox	R\$ 3.271,80	0,0%	C
5.2	Material de escritório	R\$ 3.118,50	0,0%	C
5.4	Plotagens	R\$ 3.118,50	0,0%	C
6.1	PGRCC	R\$ 2.310,00	0,0%	C

APÊNDICE 3 – ORÇAMENTO COM QUANTITATIVOS B (PROCESSO BIM)

continua

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANT MÃO DE OBRA	QUANT MAT.	UN	CUSTO UNIT. DA MÃO DE OBRA	CUSTO UNIT. DO MATERIAL	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE MAT + MO
1.0	PROJETOS, CONSULTORIA E SEGUROS						R\$ 608.244,27
1.1	Projeto arquitetônico	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 17,00	R\$ 122.941,62
1.2	Projetos complementares	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 42,00	R\$ 303.738,12
1.3	Consultoria e serviços de engenharia	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 5,78	R\$ 41.763,99
1.4	Seguro de risco de engenharia	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 2,01	R\$ 14.508,56
1.5	Ministério do trabalho e emprego	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,00	R\$ 17,33	R\$ 125.291,97
2.0	INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS						R\$ 122.798,99
2.1	Locação containers e banheiros	26	26	mês	R\$ 0,00	R\$ 1.386,00	R\$ 36.036,00
2.2	Tapumes	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,29	R\$ 1,16	R\$ 10.441,00
2.3	Sinalização no canteiro e extintores	7231,86	7231,86	m²	R\$ 0,12	R\$ 0,46	R\$ 4.176,40
2.4	Instalações e equipamentos do canteiro	200	200	m²	R\$ 115,50	R\$ 115,50	R\$ 46.200,00
2.5	Ligações provisórias canteiro (hidráulica, elétrica, etc)	200	200	m²	R\$ 23,10	R\$ 23,10	R\$ 9.240,00
2.6	Locação obra + serviços topografia	7231,86	7231,86	m²	R\$ 1,16	R\$ 1,16	R\$ 16.705,60
3.0	EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO						R\$ 222.031,92
3.1	Segurança do trabalho: guarda corpos, proteções, bandeirão, linhas de vida + 2 funcionários por dia	7231,86	7231,86	m²	R\$ 8,27	R\$ 19,30	R\$ 199.427,67
3.2	Tela de fachada	2922	2922	m²	R\$ 2,31	R\$ 4,04	R\$ 18.561,75
3.3	PCMAT	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 4.042,50	R\$ 4.042,50
4.0	EQUIPAMENTOS ALUGADOS E FERRAMENTAS						R\$ 299.828,75
4.1	Balancins e andaimes	3599	3599	m²	R\$ 0,00	R\$ 15,65	R\$ 56.302,25
4.2	Aluguel de equipamentos diversos (marteleto, bomba, etc....)	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 2.310,00	R\$ 62.370,00
4.3	Compras de ferramentas, EPI's, equipamentos + caixinha	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 1.732,50	R\$ 46.777,50
4.4	Elevador de Cremalheira: aluguel e manutenção	9	9	mês	R\$ 231,00	R\$ 9.240,00	R\$ 85.239,00
4.5	Guinchos: compra, aluguel e manutenção	15	15	mês	R\$ 231,00	R\$ 1.155,00	R\$ 20.790,00
4.6	Equipamentos danificados: cubetas quebradas, escoras danificadas, bombas queimadas, etc	27	27	mês	R\$ 525,00	R\$ 525,00	R\$ 28.350,00
5.0	ADMINISTRAÇÃO DA OBRA						R\$ 1.035.070,41
5.1	Equipe de obra: 83% 1 engenheiro, 1,5 mestres, 1 almoxarife, 1 técnico de segurança, 2 operadores	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 35.159,69	R\$ 949.311,66
5.2	Material de escritório	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 115,50	R\$ 3.118,50
5.3	Consumo água, luz, telefone, internet	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 2.310,00	R\$ 62.370,00
5.4	Plotagens	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 115,50	R\$ 3.118,50

continua

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANT MÃO DE OBRA	QUANT MAT.	UN	CUSTO UNIT. DA MÃO DE OBRA	CUSTO UNIT. DO MATERIAL	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE MAT + MO
5.5	Vigilância de obra / alarme monitorado	27	27	mês	R\$ 519,75	R\$ 115,50	R\$ 17.151,75
6.0	LIMPEZA						R\$ 402.970,07
6.1	PGRCC	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 2.310,00	R\$ 2.310,00
6.2	Limpeza semanal de obra e materiais de limpeza (faxina)	24	24	mês	R\$ 401,94	R\$ 92,40	R\$ 11.864,16
6.3	Limpeza do canteiro + frente obra (empreiteiros)	24	24	mês	R\$ 5.544,00	R\$ 4.735,50	R\$ 246.708,00
6.4	Limpeza permanente da obra - apartamentos e área comum	7866,95	7866,95	m²	R\$ 4,64	R\$ 0,00	R\$ 36.481,60
6.5	Limpeza permanente da obra - fachada e implantação	6979,7	6979,7	m²	R\$ 6,03	R\$ 0,00	R\$ 42.081,31
6.6	Retirada de entulho (sem MTR)	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 17.325,00	R\$ 17.325,00
6.7	Retirada de resíduos classe A, B, C, D (com MTR)	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 46.200,00	R\$ 46.200,00
7.0	TRANSPORTES						R\$ 46.777,50
7.1	Fretes e munck - diversos (não pertence a outros itens)	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 462,00	R\$ 12.474,00
7.2	Ajudantes de transporte, carga e descarga	27	27	mês	R\$ 693,00	R\$ 0,00	R\$ 18.711,00
7.3	Testada de obra para carga e descarga	27	27	mês	R\$ 0,00	R\$ 577,50	R\$ 15.592,50
8.0	MOVIMENTO DE TERRA						R\$ 383.541,67
8.1	Limpeza inicial do terreno e demolição	1	1	vb	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00
8.2	Escavação terreno + transporte de terra (bota-fora)	11805,36	11805,36	m³	R\$ 1,73	R\$ 16,17	R\$ 211.345,46
8.3	Bota-fora material fundação e contenção	1787,3	1787,3	m³	R\$ 0,00	R\$ 15,02	R\$ 26.835,83
8.4	Aluguel de máquinas de movimento de terra	120	120	dia	R\$ 635,25	R\$ 0,00	R\$ 76.230,00
8.5	Aterro com rachão/saibro	1037	1037	m³	R\$ 0,00	R\$ 47,36	R\$ 49.130,39
9.0	ENSAIOS E CONTROLES						R\$ 112.325,42
9.1	Concreto: controle tecnológico, moldagens, ensaios	3551,62	3551,62	m³	R\$ 0,00	R\$ 13,86	R\$ 49.225,42
9.2	Ensaio de argamassa/arrancamento	1	1	vb	R\$ 17.325,00	R\$ 0,00	R\$ 17.325,00
9.3	Ensaio de continuidade/aterramento	1	1	vb	R\$ 5.775,00	R\$ 0,00	R\$ 5.775,00
9.4	Ensaio para estacas da fundação	1	1	vb	R\$ 20.000,00	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00
9.5	Ensaio para norma de desempenho	1	1	vb	R\$ 20.000,00	R\$ 0,00	R\$ 20.000,00
10.0	CONTENÇÃO E FUNDAÇÃO						R\$ 1.887.705,33
10.1	CONTENÇÃO						R\$ 1.096.666,63
10.1.1	Contenção: furação estaca + mobilização	3383,3	3383,3	m	R\$ 0,00	R\$ 31,77	R\$ 107.489,88
10.1.2	Contenção: concreto estaca + bombeamento	471,9	542,7	m³	R\$ 50,00	R\$ 287,60	R\$ 179.668,49
10.1.3	Contenção: aço estaca	93733,1	93733,1	kg	R\$ 0,00	R\$ 4,49	R\$ 420.800,70
10.1.4	Tirantes + protensão + máquina + mobilização	827,5	827,5	m	R\$ 123,42	R\$ 100,17	R\$ 185.027,49
10.1.5	Concreto vigas coroamento/solidarização + bomb.	119,4	137,3	m³	R\$ 550,00	R\$ 288,75	R\$ 105.335,90

continua

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANT MÃO DE OBRA	QUANT MAT.	UN	CUSTO UNIT. DA MÃO DE OBRA	CUSTO UNIT. DO MATERIAL	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE MAT + MO
10.1.6	Aço vigas coroamento/solidarização	25197,6	25197,6	kg	R\$ 0,00	R\$ 3,47	R\$ 87.309,75
10.1.7	Formas vigas coroamento/solidarização	477,7	477,7	m²	R\$ 0,00	R\$ 23,10	R\$ 11.034,41
10.2	FUNDAÇÃO						R\$ 791.038,70
10.2.1	Fundação: furação estaca + mobilização	1633	1633	m	R\$ 0,00	R\$ 39,27	R\$ 64.127,91
10.2.2	Fundação: concreto estaca + bombeamento	315,00	362,25	m³	R\$ 50,00	R\$ 287,60	R\$ 119.931,29
10.2.3	Fundação: aço estaca	14490,00	14490,00	kg	R\$ 0,00	R\$ 4,49	R\$ 65.102,85
10.2.4	Concreto blocos e vigas baldrame + bombeamento	370,30	407,33	m³	R\$ 425,00	R\$ 288,75	R\$ 274.994,04
10.2.5	Aço blocos e vigas baldrame	44436,00	44436,00	kg	R\$ 1,96	R\$ 3,47	R\$ 241.220,83
10.2.6	Forma blocos e vigas baldrame	1110,90	1110,90	m²	R\$ 0,00	R\$ 23,10	R\$ 25.661,79
11.0	ESTRUTURA CONCRETO ARMADO						R\$ 2.946.631,77
11.1	Aço: estrutura	183291	201620,2	kg	R\$ 1,96	R\$ 3,47	R\$ 1.058.506,10
11.2	Concreto: estrutura	1879,70	2067,67	m³	R\$ 433,13	R\$ 288,75	R\$ 1.411.184,78
11.3	Nivelamento de lajes	7231,86	7231,86	m²	R\$ 4,62	R\$ 0,00	R\$ 33.411,19
11.4	Escoramento (aluguel ou compra)	9171,40	9171,40	m²	R\$ 0,00	R\$ 17,33	R\$ 158.894,51
11.5	Forma e desforma (aluguel ou compra)	14935,60	16429,16	m²	R\$ 0,00	R\$ 17,33	R\$ 284.635,20
12.0	PAREDES, COBERTURA E CHURRASQUEIRAS						R\$ 1.117.282,76
12.1	PAREDES						R\$ 954.233,96
12.1.1	Alvenaria geral, platibandas, chaminés, dutos, guarda corpo	11373,07	11373,07	m²	R\$ 26,25	R\$ 36,96	R\$ 718.891,44
12.1.2	Vergas e pilaretes para alvenarias	1364,77	30,71	m/m³	R\$ 34,65	R\$ 404,25	R\$ 59.702,62
12.1.3	Muros (subsolos e implantação)	1092,34	1092,34	m²	R\$ 87,03	R\$ 51,98	R\$ 151.839,90
12.1.4	Paredes em drywall ou placa cimentícia (shafts)	238,00	238,00	m²	R\$ 30,00	R\$ 70,00	R\$ 23.800,00
12.2	COBERTURA						R\$ 102.757,80
12.2.1	Cobertura com telhas + estrutura de madeira	355,73	355,73	m²	R\$ 115,50	R\$ 86,63	R\$ 71.901,93
12.2.2	Calhas e rufos para cobertura e muros	355,73	355,73	m²	R\$ 0,00	R\$ 86,74	R\$ 30.855,87
12.3	CHURRASQUEIRA						R\$ 60.291,00
12.3.1	Churrasqueira: alvenaria + dutos, tijolo refratário e registros	36,00	36,00	cj	R\$ 288,75	R\$ 1.386,00	R\$ 60.291,00
13.0	IMPERMEALIZAÇÃO						R\$ 567.744,52
13.1	Cristalização	1505,30	1505,30	m²	R\$ 36,96	R\$ 51,98	R\$ 133.873,86
13.2	Manta + proteção mecânica	2782,56	2782,56	m²	R\$ 80,85	R\$ 75,08	R\$ 433.870,67
14.0	CONTRAPISO E EMBOÇO - INTERNO E EXTERNO						R\$ 1.238.247,65
14.1	Contrapiso interno	4267,69	4267,69	m²	R\$ 18,90	R\$ 10,50	R\$ 125.470,09
14.2	Contrapiso externo	1924,72	1924,72	m²	R\$ 18,90	R\$ 10,50	R\$ 56.586,77
14.4	Emboço interno	14797,10	14797,10	m²	R\$ 31,50	R\$ 8,09	R\$ 585.743,20
14.5	Emboço externo fachada e implantação * (exceto muros)	6356,72	6356,72	m²	R\$ 38,85	R\$ 14,44	R\$ 338.733,93
14.6	Emboço muros	1200,84	1200,84	m²	R\$ 34,65	R\$ 17,33	R\$ 62.413,66

continua

ITEM	DESCRIÇÃO ATIVIDADE	QUANT MÃO DE OBRA	QUANT MAT.	UN	CUSTO UNIT. DA MÃO DE OBRA	CUSTO UNIT. DO MATERIAL	CUSTO TOTAL DA ATIVIDADE MAT + MO
14.7	Preparação do poço do elevador	2,00	2,00	vb	R\$ 23.100,00	R\$ 11.550,00	R\$ 69.300,00
15.0	PINTURA E TEXTURA						R\$ 592.606,94
15.1	Pintura interna	13630,12	13630,12	m²	R\$ 18,55	R\$ 6,10	R\$ 335.951,11
15.2	Pintura subsolos: tubulação, vagas, faixas	2702,50	2702,50	m	R\$ 10,16	R\$ 2,54	R\$ 34.335,26
15.3	Pintura subsolos: paredes, pilares e teto	687,60	687,60	m²	R\$ 8,77	R\$ 3,28	R\$ 8.281,69
15.4	Textura rolada externa: muros térreos	984,62	984,62	m²	R\$ 13,34	R\$ 5,46	R\$ 18.514,20
15.5	Textura rolada interna: escadaria e área técnica	720,81	720,81	m²	R\$ 13,34	R\$ 5,46	R\$ 13.553,68
15.6	Textura projetada fachada e implantação* (exceto muros térreos)	5716,26	5716,26	m²	R\$ 13,86	R\$ 17,33	R\$ 178.261,57
15.7	Pintura piso: escadaria e área técnica	275,44	275,44	m²	R\$ 9,66	R\$ 3,81	R\$ 3.709,43
16.0	REVESTIMENTOS PISO, PAREDE, TETO						R\$ 928.174,12
16.1	Forro drywall	3374,89	3374,89	m²	R\$ 17,33	R\$ 40,43	R\$ 194.899,90
16.2	Porcelanato piso	2114,79	2114,79	m²	R\$ 34,65	R\$ 57,75	R\$ 195.406,41
16.3	Cerâmica piso	2457,62	2457,62	m²	R\$ 28,88	R\$ 28,88	R\$ 141.927,79
16.4	Cerâmica parede	4489,25	4489,25	m²	R\$ 28,88	R\$ 28,88	R\$ 259.254,25
16.5	Litocerâmica e porcelanato fachada e implantação	47,75	47,75	m²	R\$ 40,43	R\$ 57,75	R\$ 4.687,76
16.6	Piso laminado e piso vinílico	1288,25	1288,25	m²	R\$ 0,00	R\$ 57,75	R\$ 74.396,44
16.7	Rodapé de cerâmica ou porcelanato	991,80	991,80	m	R\$ 14,44	R\$ 9,63	R\$ 23.865,19
16.8	Rodapé de madeira	2920,90	2920,90	m	R\$ 5,78	R\$ 5,78	R\$ 33.736,40
17.0	GRANITO						R\$ 170.975,46
17.1	Bancada de granito + acessórios	79,79	79,79	m²	R\$ 147,84	R\$ 1.057,98	R\$ 96.212,38
17.2	Acabamento de granito em churrasqueira	36,00	36,00	cj	R\$ 140,26	R\$ 240,81	R\$ 13.718,66
17.3	Granito piso/pórtico elevadores e escadas	38,75	38,75	m²	R\$ 100,00	R\$ 600,00	R\$ 27.125,00
17.4	Soleiras	337,86	337,86	m	R\$ 25,92	R\$ 74,48	R\$ 33.919,42
18.0	ESQUADRIA DE MADEIRA, ALUMÍNIO E VIDROS						R\$ 1.136.801,58
18.1	Portas de madeira	478,77	478,77	m²	R\$ 41,23	R\$ 288,75	R\$ 157.986,20
18.2	Ferragens para portas de madeira	478,77	478,77	m²	R\$ 0,00	R\$ 40,43	R\$ 19.354,28
18.3	Esquadrias de alumínio + vidros	916,65	916,65	m²	R\$ 52,73	R\$ 767,56	R\$ 751.918,47
18.4	Guarda corpo com corrimão - externo (sacada, LT e térreo)	172,14	172,14	m²	R\$ 52,73	R\$ 767,56	R\$ 141.204,65
18.5	Guarda corpo com corrimão - interno (duplex e mezanino)	27,76	27,76	m²	R\$ 150,00	R\$ 600,00	R\$ 20.820,00
18.6	Esquadria e vidro para janela especial guarita	7,07	7,07	m²	R\$ 0,00	R\$ 1.083,39	R\$ 7.659,57
18.7	Brise fachada	48,46	48,46	m²	R\$ 50,22	R\$ 731,01	R\$ 37.858,41
19.0	ESQUADRIAS DE FERRO E ITENS METÁLICOS EM GERAL						R\$ 100.842,33
19.1	Porta corta-fogo	18,00	18,00	cj	R\$ 236,25	R\$ 535,50	R\$ 13.891,50
19.2	Janela de aço escadaria	10,40	10,40	m²	R\$ 0,00	R\$ 765,19	R\$ 7.957,95

